महाराष्ट्रीय ज्ञानकोश.

प्रस्तावना खंड.



विभाग पांचवा.

विज्ञानेतिहास.

हा ग्रंथ

श्रीधर व्यंकटेश केतकर; एम्. ए. पीएच्. डी.

यांनीं

मंडळांतील अनेक साहाय्यकांच्या मदतीनें तयार केला.

१९२२.

मुद्रक.—हा ग्रंथ ज्ञानकोश छापखाना १७२ शनवार पुणें येथें कंपोज करून केशव रावजी गोंधळेकर यांच्या जगद्धितेच्छु छापखान्यांत ५०७ शनवार येथें छापला.

प्रकाशक:—महाराष्ट्रीय ज्ञानकोश मंडळ लिमिटेड नागपूर, तर्फे श्रीधर व्यंकटेश केतकर, १७२ शनिवार पेठ, पुणें.

ग्रंथालोक



प्रस्तावना खंड.

विभाग पांचवा—विज्ञानेतिहास.

ग्रंथप्रवेश.

विज्ञानेतिहासाचा उपयोग, आणि त्यामुळें ज्ञानविकासास होणारी मदत याविषयींचें सविस्तर विवेचन पहिल्या प्रकरणांत केलें आहे.

प्रस्तावना ग्रंथकार ग्रंथ संपूर्ण झाल्यावर लिहितो, आणि जें करावें लागलें असेल तें कां करावें लागलें इत्यादि बाबतींत मजकूर लिहून आपल्या कृतीचें मंडन करीत असतो. आम्हाला ज्या गोष्टीबद्दल स्वतःचें समर्थन किंवा स्पष्टीकरण करावें लागणार ती गोष्ट म्हटली म्हणजे ग्रंथव्याप्तीसंबंधानें होय.

शास्त्रें अनेक आहेत. त्यांचा विकास अत्यंत प्राथमिक स्थितीपासून वर्णन करावयाचा म्हणजे निवडानिवड बरीच करावी लागणार. प्रस्तुत ग्रंथांत जीं ज्ञानांगें वगळलीं आहेत तीं निर्देशिलीं पाहिजेत. मनुष्य प्राण्यास पृथ्वीवरील निरनिराळ्या प्रदेशांची ओळख कशी झाली याचा म्हणजे भूगोलविद्येचा इतिहास हा वगळावा लागला. तसेंच समाजविषयक शास्त्रें हींहि बरींच वगळलीं. मनुष्येतिहासाशीं संबद्ध जीं शास्त्रें आहेत त्यांचें स्थूल विवेचन पहिला विभाग पृ. ९० व तिसरा विभाग पृ. ९ यांत येऊन गेलेंच आहे. जास्त व्यापक समाजशास्त्र म्हणजे अधिक प्रगत समाजांच्या अभ्यासावरून निघालेलें शास्त्र. हा विषय इतिहासाचें उपांग असल्यामुळें तिसऱ्या व चवथ्या विभागांत प्रसंगोपात आलेला दृष्टीस पडेल. या विभागांत वरील शास्त्रें वगळण्याचें कारण त्या शास्त्रांचें सयुक्तिक स्थल अन्यत्र आहे इतकेंच केवळ नव्हे तर ग्रंथाचीं नियमित पृष्ठें हें एक सबळ कारण होय. या ग्रंथाचा विस्तार दिलेल्या मजकुरामुळेंच वाढला हें ग्रंथावलोकनावरून दिसून येईल.

शास्त्रांचा इतिहास हा विषय सामान्य इतिहासापेक्षां अर्थातच रूक्ष असणार. येथें लढाया वगैरे वर्णन करतां येत नाहींत व दुसऱ्या अनेक मौजेच्याहि गोष्टी लिहितां येत नाहींत.

विज्ञानेतिहासांत मनोरंजकतेस बिलकुलच स्थान नाहीं असें नाहीं. संशोधकांस जुन्या समजुतींशीं झगडावें लागल्यामुळें त्यांचे होणारे छळ, मत्सरपूर्ण मनुष्यवृत्तीमुळें एका संशोधकास दुसऱ्या संशोधकाकडून होणारे त्रास, खऱ्या संशोधकास श्रेय न देण्याविषयीं तत्कालीन लब्धप्रतिष्ठांची खटपट, लोकप्रिय होऊं पाहणारे तत्कालीन सवंग तत्त्ववेत्ते, यांकडून त्यांच्या सिद्धान्ताचें आभासात्मक खंडन इत्यादि गोष्टींविषयीं माहिती देत बसण्यानें ग्रंथाची रुचिकरता अधिक वाढेल पण शास्त्रीय ज्ञानविकासाचें त्या प्रकारच्या इतिहासास चरित्र म्हणतां येणार नाहीं. तथापि संतांविषयीं आदर उत्पन्न करण्याकरितां ज्याप्रमाणें भक्तविजय व संतलीलामृत उपयोगी पडतात त्याप्रमाणें शास्त्रप्रगत्यर्थ आयुष्य खर्चिणाऱ्याच्या हालअपेष्टा व शेवटीं जय वर्णन करून शास्त्रसंशोधकाभोंवतीं तेजोवलय निर्माण करण्यास त्या प्रकारचे ग्रंथ उपयोगी पडतात. समाजांत ज्याप्रमाणें शासनसंस्थेशीं सहकारिता व्यक्त व्हावी यासाठीं राजभक्ति किंवा कार्यकर्त्याविषयीं आदर अवश्य आहे त्याप्रमाणेंच जे प्रगतिसाधक अनेक तत्त्ववेत्ते शास्त्रज्ञ निर्माण झाले त्यांच्याविषयीं आदरहि अवश्य आहे. तरुणांची महत्त्वाकांक्षा लोक कोणाचा आदर करतात हें पाहून प्रज्वलित होते. केवळ प्रतिष्ठित धंद्यांत पैसा व अधिकार हीं मिळविणाऱ्या लोकांबद्दलच समाजांत आदर असला आणि इतरांविषयीं नसला तर समाजांतील तरुणांस हर्बर्ट स्पेन्सर किंवा कोंट किंवा कोपर्निकस यांचें उदाहरण अनुकरणीय आहे असें कसें वाटेल? आदर असणें ही गोष्ट आपणां भारतीयांस नवीन नाहीं.

शास्त्रज्ञांबद्दल जुन्या काळांत जे ब्राह्मण न्याय किंवा व्याकरण अगर मीमांसा इत्यादि शास्त्रांत पारंगत होत त्यांच्याविषयीं समाजांत आदर वाटे; पण तो काल गेला. अर्वाचीन पद्धतीच्या शास्त्रव्यासंगी व्यक्तीबद्दल आदर वाटण्याचा काळ अजून फारसा आला नाहीं. प्रस्तुत विज्ञानेतिहास शास्त्रवर्धनास मार्गदर्शक होईल असें आज म्हणण्याचें जरी आम्ही साहस करीत नाहीं तरी हा इतिहास इतर इतिहासांइतका किंवा जागतिक इतिहासामध्यें विशिष्ट राष्ट्राच्या इतिहासापेक्षां अधिक महत्त्वाचा आहे अशी ज भावना सामान्यांमध्यें या ग्रंथाच्या अवलोकनानें उत्पन्न होईल तर आमचें बरेंचसें कार्य झालें असें आम्हांस वाटेल.

विज्ञानेतिहासाचा उपक्रम करतांना आम्हीं व्यापक विचाराच्या इतिहासाला बहुतेक फांटा दिला आहे, याचें कारण केवळ ग्रंथविस्तार नव्हे. प्रत्येक देशांत व्यापक विचार करण्याची खाज पुष्कळ लोकांस असावयाचीच. शास्त्रप्रगति मात्र फारशी झाली नाहीं अशा प्रसंगीं जे अनेक व्यापक विचार बाहेर पडतात त्यांपैकीं कांहीं तत्कालीन शास्त्रज्ञांस थोडेबहुत उपयोगी पडले असतील; तथापि त्या अनेक विचारपद्धतींचें आज महत्त्व कांहीं नाहीं. या अनेक विचारपद्धती वाङ्मयोपवनांतून तीक्ष्ण कुऱ्हाडीनें छाटून टाकल्या पाहिजेत असें आमचें मत आहे। आणि तें आम्ही छेदनतत्त्वांसह पहिल्या प्रकरणांत मांडलेंहि आहे.

या ग्रंथाची अपूर्वता ज्या कांहीं गोष्टींमुळें आहे त्या येणेंप्रमाणेः

१ अक्षरोत्पत्ति व कालगणना यांसारख्या प्राथमिक स्वरूपाच्या दिसणाऱ्या ज्ञानापासून प्रारंभ केला आहे.

२ इतिहासानें वर्णनीय शास्त्रांचें क्षेत्र भौतिक शास्त्रांपुरतें मर्यादित न करतां, भाषाविषयक शास्त्रें, लेखनकला इत्यादि गोष्टींनीं व्यापक केलें आहे.

३ शास्त्रविकास वर्णन करण्यास जें क्षेत्र घेतलें आहे तें अनेक राष्ट्रव्यापी आहे; आणि होतां होईल तितकें प्रत्येक प्राचीन व अर्वाचीन राष्ट्रास या क्षेत्रांतील कामगिरीसंबंधीं श्रेय देण्याची काळजी घेतली आहे. प्रचलित असलेले विज्ञानेतिहास यूरोपीय संस्कृतीच्या बाहेर क्वचितच जातात.

४ शास्त्रविकासामध्यें जेव्हां शास्त्राचा प्रादेशिक साहित्याशीं संबंध येतो आणि शास्त्र प्रदेशनियमित साहित्याच्या स्वरूपानें बद्ध होतें तेव्हां प्रदेशविशिष्ट शास्त्राविषयीं भावनाप्राधान्य आढळून येतें. वैद्यक, संगीत, छंदःशास्त्र, व नाट्य हीं या प्रकारचीं शास्त्रें होत. असल्या प्रकारच्या प्रश्नाविषयीं विवेचन करतांना स्थानिक विकासाच्या अभिमानानें बद्ध न होण्याबद्दल या ग्रंथांत बरीच खबरदारी घेतली आहे.

५ शास्त्ररचनेचीं तत्त्वें व विज्ञानेइतिहास लिहिण्याचीं तत्त्वें स्वतःस पाळतां येतील किंवा नाहीं याचा विचार न करतां धैर्यानें पुढें मांडलीं आहेत.

६ वेदविद्या हा ग्रंथ, तिसरा विभाग व पांचवा विभाग यांस प्रस्तावनेसारखा असल्यामुळें आणि भारतीय शास्त्ररचनाप्रयत्नास वेदविद्येपासून प्रारंभ झाला असल्यामुळें वेदविद्येचा आणि उत्तरकालीन शास्त्रप्रगतीचा जितका संबंध जोडतां येईल तितका जोडून दिला आहे. त्यामुळें अनेक प्राचीन ऋषींचीं व आचार्यांचीं नांवें श्रौतग्रंथांतून उद्धृत केलीं आहेत.

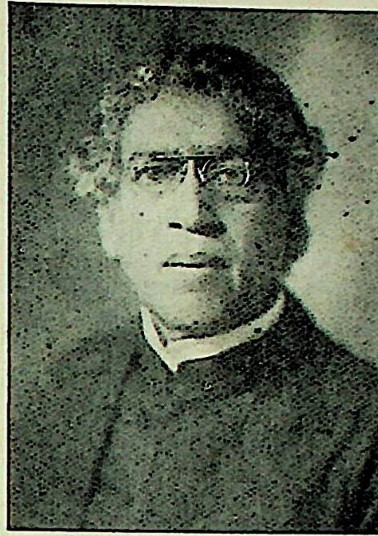
असो. प्रस्तावनाखंडामध्यें ज्या विषयांचें सविस्तरपणें विवेचन झालें त्यांची पुनरुक्ति शरीरखंडांत होतां होईल तों टाळण्यांत येईल आणि शरीरखंडांत योग्य तेथें संदर्भ दिले जातील.

विज्ञानेतिहासाची कांहीं अपूर्णता आधुनिक संशोधनाच्या अपूर्णतेवर अवलंबून आहे. अशीं अनेक ज्ञानांगें आहेत कीं, त्यांविषयींच्या भारतीय कामगिरीचा इतिहासच लिहिला गेला नाहीं आणि त्यामुळें व ज्ञानकोशकारांचा काल नियमित असल्यामुळें त्या ज्ञानांगांवर येथें सविस्तर विवेचन नाहीं. असलीं अंगें म्हटलीं म्हणजे भारतीय वनस्पतिशास्त्र व प्राणिशास्त्र यांचे इतिहास होत.

आपल्या वेदपुराणांत सर्व कांहीं आहे असें सिद्ध करण्याकडे बऱ्याच व्यक्तींचा कल असतो. गेल्या शतकांत दयानंद सरस्वती स्वामींनीं या बाबतींत जो प्रयत्न केला होता तो सर्वांस विदितच आहे. तसल्या प्रकारच्या शोधांची परंपरा संपली नाहीं. उदाहरणार्थ ना. भ. पावगी यांचें "जिऑलॉजिकल फादर्स ऑफ इंडिया" व रा. सातवळेकरांचे "वेदांतील पदार्थविज्ञान' (विविधज्ञानविस्तार, पु. ३८ व ३९) आणि "रोगजंतुशास्त्र" (वि. ज्ञा. विस्तार पु. ४४. अं. ९) इत्यादि लेख पहावेत. मागें १९१३ सालीं टी. परमशिवय्यर यांनीं इंद्र=प्रचंड ज्वालामुखी पर्वत; सोम= शिलाजित; गायत्री="मार्श वायु" परब्रह्म="हायड्रोजन" वायु इत्यादि उपपत्त्या दिल्या होत्या (मॉडर्न रिव्ह्यू एप्रिल १९१३). आम्ही यांच्या "शोधां"स आपल्या इतिहासांत उघड कारणामुळें जागा दिली नाहीं.

हा ग्रंथ तयार करतांना ज्या व्यक्तींच्या मेहनतीचा येथें निर्देश केला पाहिजे त्या व्यक्तींमध्यें प्रमुख स्थान रा. लक्ष्मण केशव भावे. बी. ए, रा. वाडदेकर व रा. सर्वोत्तम वासुदेव देशपांडे बी. ए. यांस दिलें पाहिजे. ज्या बाहेरच्या व्यक्तींची आम्हांस मदत झाली त्यांत डॉ. नीलकंठ लक्ष्मण रानडे, बी.ए.एम. बी. बी.एस. व प्रो.एम. एस.गोडबोले. एम. ए. यांचा उल्लेख करतां येईल.

श्रीधर व्यंकटेश केतकर.



सर जगदीशचंद्र बोस–बंगाली वनस्पति-जीवनकार्यसंशोधक. (पृ. ६४४)



विनायक ऊर्फ केरो लक्ष्मण छत्रे–महाराष्ट्रीय–केरोपंती पंचांगाचे प्रवर्तक. जन्म १८२४ मृत्यु १८८४ (पृ. ३१७)



पंडित गौरीशंकर हीराचंद ओझा–'भारतीय प्राचीन लिपिमाला' कर्ते गुजराथी. जन्म १८६३ (पृ. ५५)



विश्वनाथ काशीनाथ राजवाडे–महाराष्ट्रीय इतिहाससंशोधक व भाषाशास्त्रज्ञ. (पृ. २१४)



पंडित विष्णुशर्मा भातखंडे–महाराष्ट्रीय हिंदीसंगीतशास्त्रज्ञ. जन्म १८६० (पृ. १८१)



प्रफुल्लचंद्र राय–बंगाली-रसायनशास्त्रीय संशोधक. जन्म १८६१ (पृ. २७६)

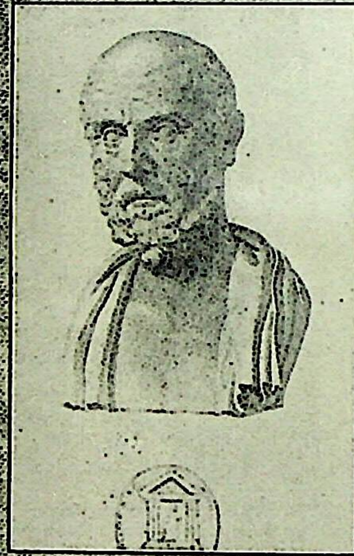
A 3367—Lakshmi Art, Bombay, 8



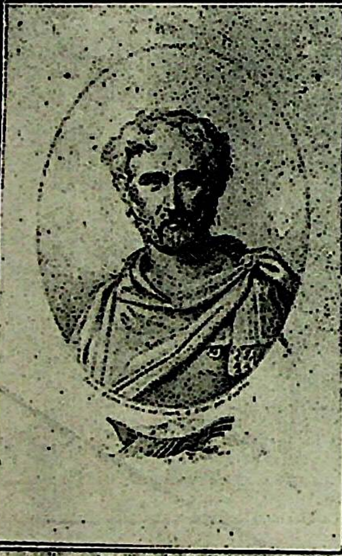
आर्किमीडीझ–यंत्रशास्त्रप्रवीण ग्रीक शास्त्रज्ञ. ज. खि. पू २८७ मृ. खि. पू. २१२ (पृ. २५७)



पायथॅगोरस–पृथ्वीचें गोलत्व सिद्ध करणारा ग्रीक तत्त्ववेत्ता. जन्म खि. पू. ५८२ मृत्यु खि. पू. ५०० (पृ. २३५)



हिपॉक्राटीझ–वैद्यशास्त्राचा जनक ग्रीक शास्त्रज्ञ. ज. खि. पू. ४६० मृ. सुमारें ३६० (पृ. ३९२)



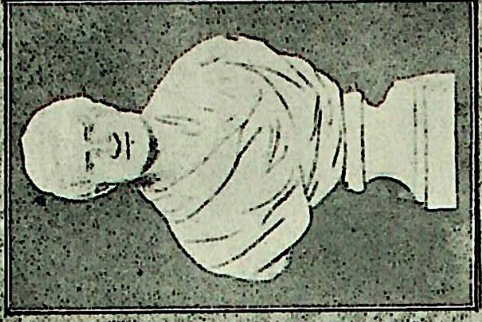
प्लिनी–रोमन सृष्टिविज्ञानशास्त्रज्ञ. ज. इ. स. २३ मृ. इ. स. ७९ (पृ. २६९)



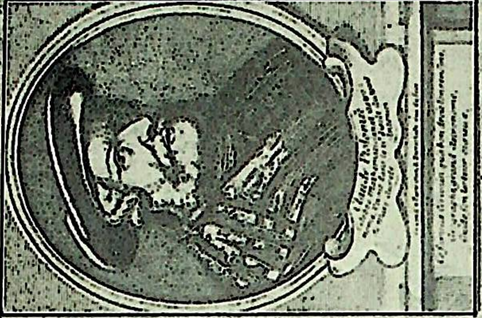
आरिस्टॉटल–अनेकविषयप्रवीण ग्रीक शास्त्रज्ञ ज. खि. पू. ३८४ मृ. खि. पू. ३२२ (पृ. २५०)



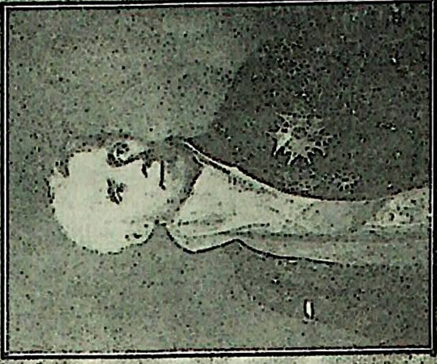
रॉजर बेकन–शास्त्रीय ज्ञानाचा पुनरुज्जीवक इंग्लज. ज. इ. स. १२१४ मृ. इ. स. १२९२ (पृ. २८३)



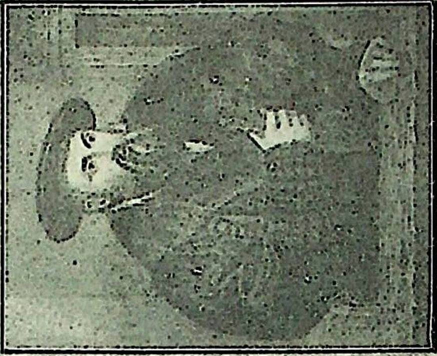
ऐझाक न्यूटन–गुरुत्वाकर्षणाचा शोधक इंग्रज ज्योतिषी. जन्म १६४२ मृत्यु १७२७ (पृ. ३४६)



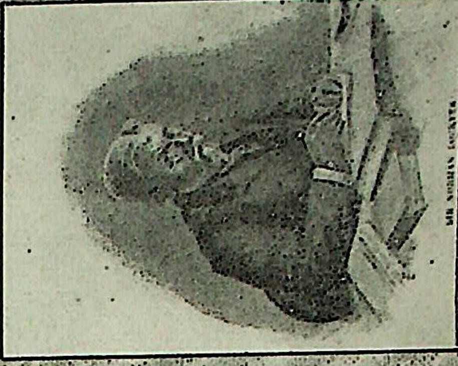
टॉलेमी–अपचक्रांची कल्पना काढणारा ग्रीक ज्योतिषी. काल इ. स. सुमारें १५० (पृ. ३३७)



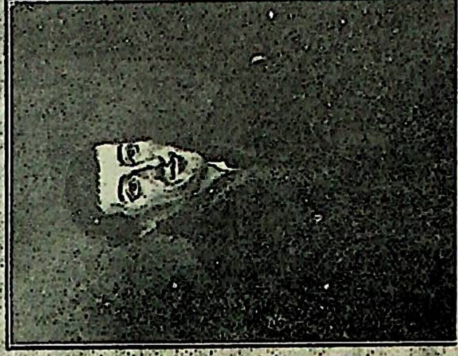
लाप्लास–तेजोमेघ उपपत्तींत सुधारणा करणारा फ्रेंच. जन्म १७४९ मृ. १८२७ (पृ. ३५३)



जोहन केप्लर–ग्रहकक्षा व ग्रहगति ठ विणारा जर्मन. जन्म १५७१ मृत्यु १६३० (पृ. ३४३)



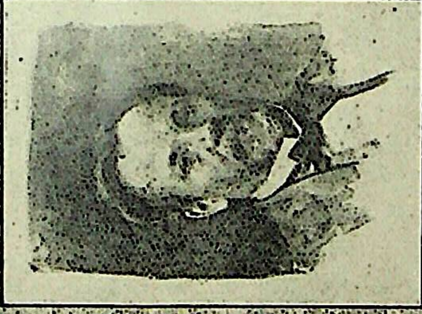
सर नॉर्मन लॉकिअर–सौर रसायन-शास्त्रप्रवर्तक इंग्रज. (पृ ३६०)



निकोलस कोपर्निकस–सूर्यकेंद्रसिद्धांताचा पुरस्कर्ता जर्मन. ज. इ. स. १४७३ मृ. इ. स. १५४३ (पृ. ३३९)



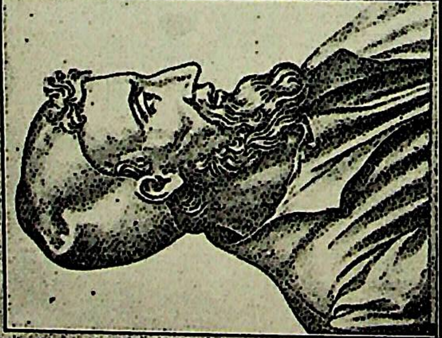
जॉन हंटर-इंग्रज शस्त्रक्रियाशास्त्रज्ञ.
जन्म १७२८ मृत्यु १७९३ (पृ ४०८)



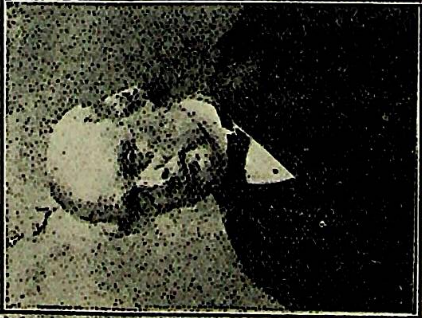
लुई पाश्चर-रोगप्रतिबंधक लसींचा फ्रेंच शोधक. जन्म १८२२ मृत्यु १८९५ (पृ. ४४०)



मॉर्टन – वेदनारहितशस्त्रक्रियासंशोधक अमेरिकन. (पृ. ४२५)



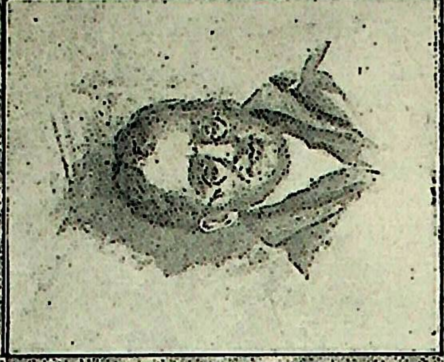
गेलेन शस्त्रक्रियानिपुण रोमन वैद्य.
जन्म १३१ मृत्यु २०० (पृ ३९५)



जोसेफ जॅक्सन लिस्टर-रक्तांतील तांबड्या गोलकांचा शोधक. (पृ. ४१९)



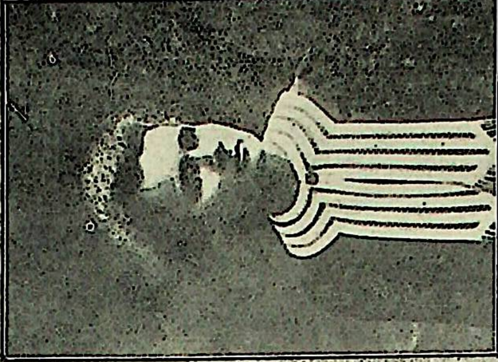
जेनर-गोस्तनदेवीची युक्ति काढणारा इंग्रज. जन्म १७४९ मृत्यु १८२३ (पृ. ४३०)



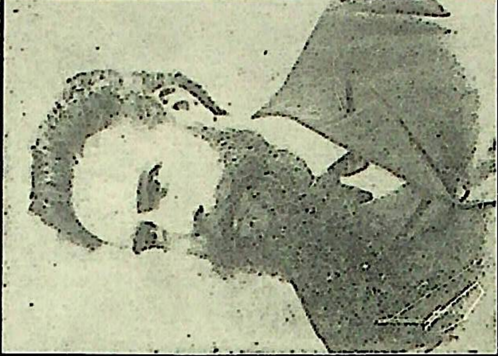
जॉन डाल्टन-परमाणुसिद्धांतप्रवर्तक इंग्रज शास्त्रज्ञ. जन्म १७६६ मृत्यु १८४४ (पृ. ५१८)



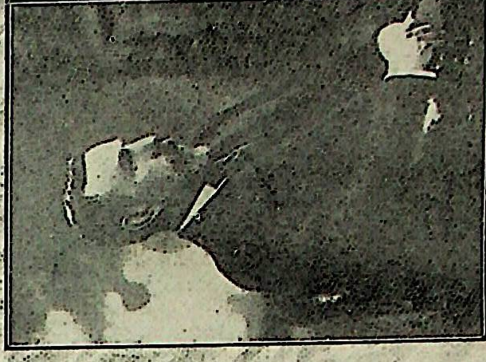
जोसेफ प्रीस्टले-प्राणवायूचा शोध लावणारा इंग्रज शास्त्रज्ञ. जन्म १७३३ मृत्यु १८०४ (पृ. ४७३)



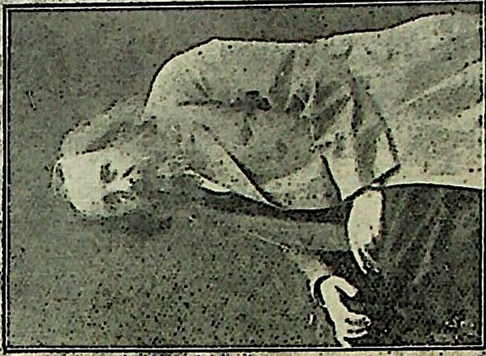
मॅडम क्युरी-रेडियम धातूचा शोध लावणारी फ्रेंच विदुषी. (पृ. ५४८)



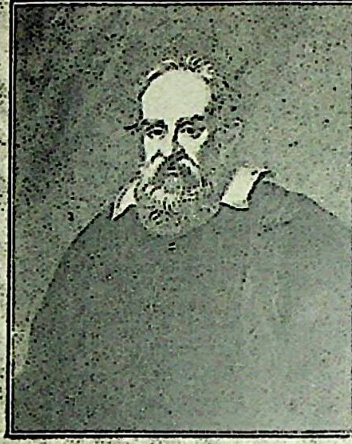
प्रोफेसर विल्हेल्म रांटजेन-'क्ष' किरण-संशोधक जर्मन शास्त्रज्ञ. जन्म १८४५ मृत्यु १९२३ (पृ. ५३८)



सर विल्यम रॅमसे-क्रिप्टादि मूल-द्रव्यसंशोधक स्कॉटिश शास्त्रज्ञ. जन्म १८५२ (पृ. ५५०)



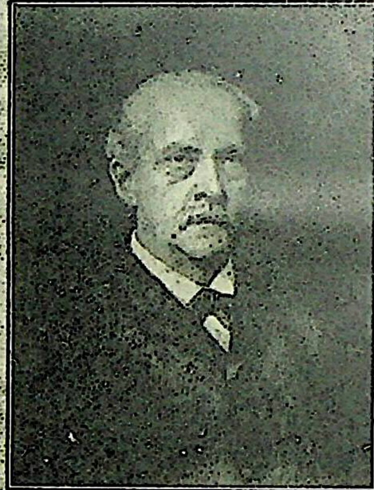
मॅंडेलीफ-नियतांतरतेचा नियम ठरविणारा रशियन. जन्म १८३४ मृत्यु १९०७ (पृ. ४९८)



गॅलिलीओ–पहिला मोठा पदार्थवैज्ञानिक इटालियन. जन्म, १७०६ मृत्यु १७९० (पृ. ५२८)



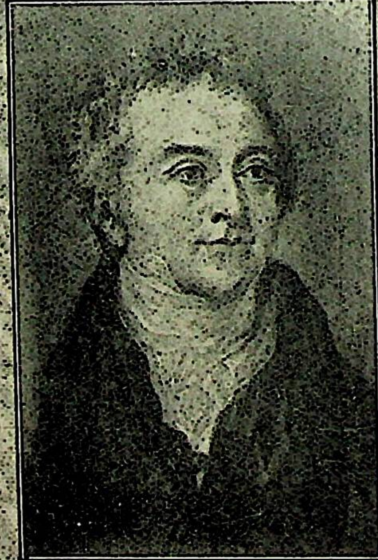
बेंजामिन फ्रांकलिन–विद्युद्रक्षक कांबीचा शोधक अमेरिकन. जन्म १७०६ मृत्यु १७९० (पृ. ५२८)



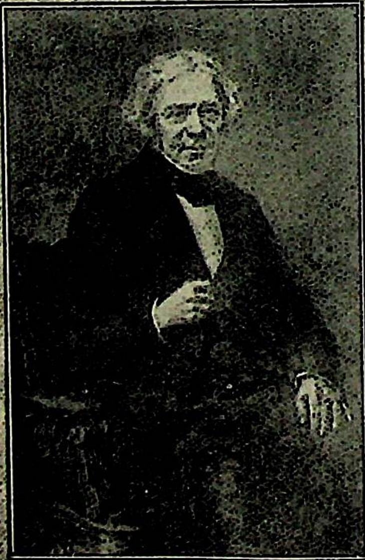
हर्मन व्हान हेल्महोल्ट्झ–शक्तिनित्यत्वसिद्धांतप्रतिपादक जर्मन. जन्म १८२१ मृत्यु १८९४ (पृ. ५४०)



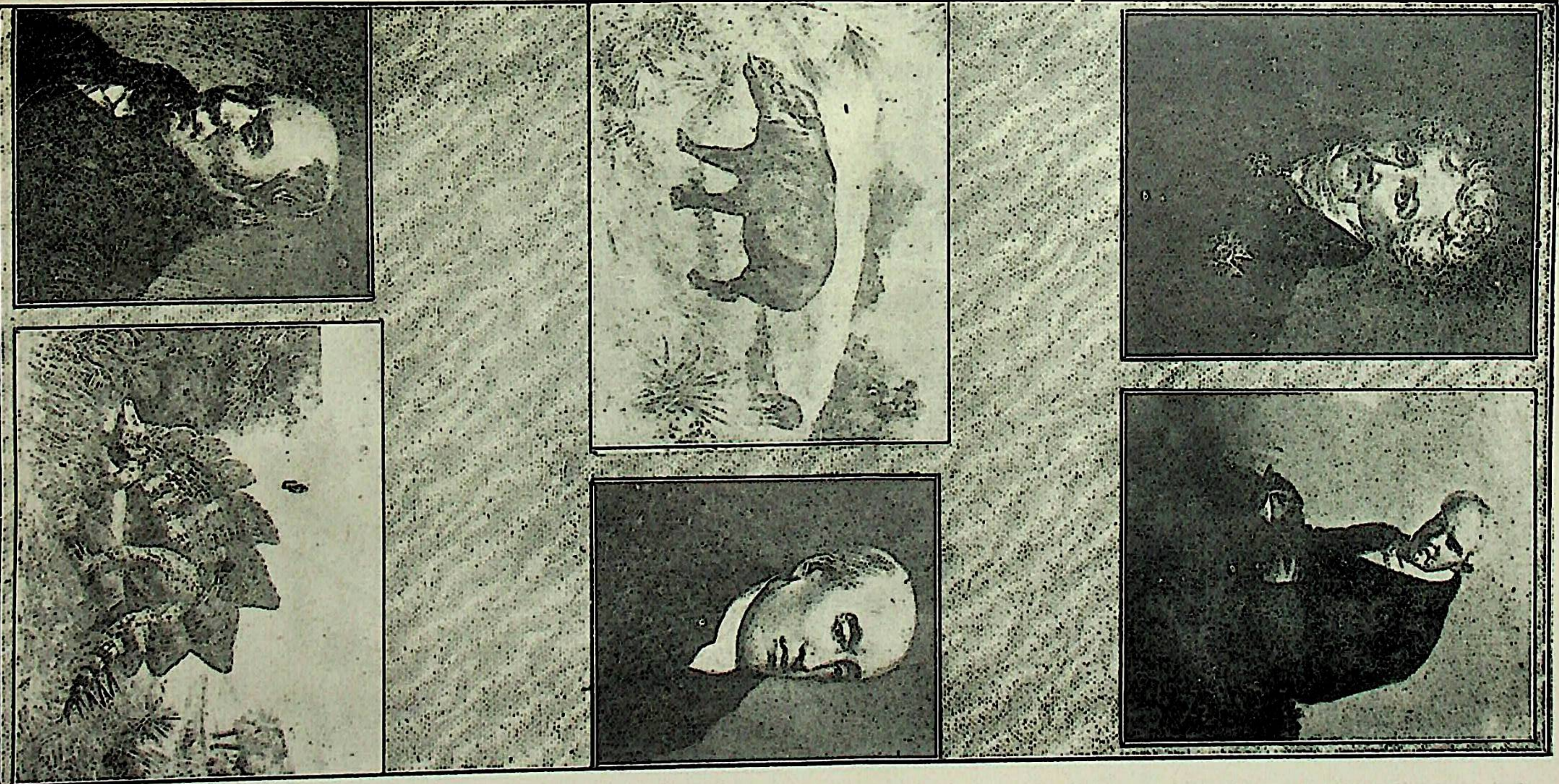
सर हम्फ्रे डेव्ही–विद्युत्प्रवाहजन्य रासायनिक पृथक्करणाचा संशोधक. जन्म १७७८ मृत्यु १८२९ (पृ. ४८१)



डॉ. टॉमस यंग–प्रकाशलहरीसिद्धांतप्रतिपादक इंग्रज. जन्म १७७३ मृत्यु १८२९ (पृ. ५३३)



सर मायकेल फॅरेडे–विद्युज्जनक यंत्राचा शोधक इंग्रज शास्त्रज्ञ. जन्म १७९१ मृत्यु १८६७ (पृ. ५४३)



जॉर्ज कुव्हिए–शिलाप्रस्तरांतील प्राण्य-वशेषांचा अभ्यासक फ्रेंच जन्म १७६९ मृत्यु १८३२ (पृ. ५८३)

अलेक्झांडर हुम्बोल्ट–समोष्णरेषा-संशोधक जर्मन शास्त्रज्ञ. जन्म १७६९ मृत्यु १८५९ (पृ. ५९३)

तृतीय युगांतील देखावा.

डॉ. जेम्स हटन–भूपृष्ठाच्या घडा-मोडींच्या उपपत्तीचा प्रतिपादक स्कॉच. जन्म १७२६ मृत्यु १७९७ (पृ. ५८१)

विल्यम स्मिथ–प्रस्तरावशेषग्राह्य संस्था-पक इंग्रज शास्त्रज्ञ. जन्म १७६९ मृत्यु १८३९ (पृ. ५८६)

द्वितीय युगांतील देखावा.



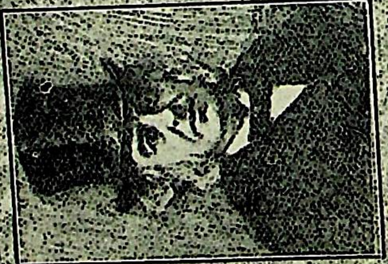
गुस्टाव्ह फेक्नेर—मनःशरीरसंयोग-विज्ञान शाखेचा जनक जर्मन. जन्म १८०१ मृत्यु १८८७ (पृ. ६३४)



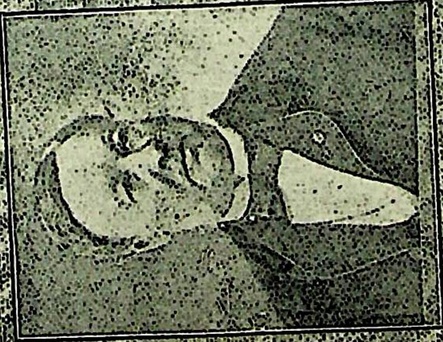
चार्लस रॉबर्ट डार्विन—जात्युत्पत्ति-विषयक विकासवादाचा जनक इंग्रज. जन्म १८०९ मृत्यु १८८२ (पृ. ६१५)



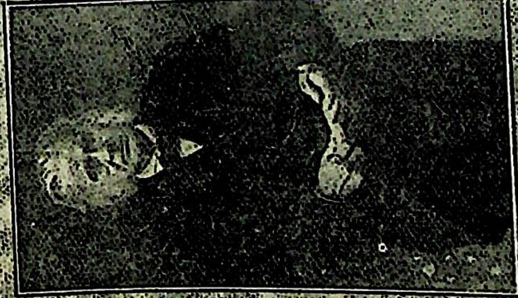
अर्नेस्ट हीनरिच हेकेल—विकासवाद-दृष्टांकवंशवृक्षकर्ता जर्मन. जन्म १८३४ (पृ. ६२३)



डॉ. पॉल ब्रोका—मेंदूंतील कार्यविषयकस्थानभिन्नत्वाचा फ्रेंच शोधक. जन्म १८२४ मृत्यु १८८० (पृ. ६३८)



डॉ. थिओडोर श्वॅान—गोलकसिद्धांत-प्रतिपादक जर्मन शास्त्रज्ञ. जन्म १८१० मृत्यु १८८२ (पृ. ४२०)



थॉमस हनरी हक्सले—डार्विनच्या उपपत्तीचा पुरस्कर्ता इंग्रज. जन्म १८२५ मत्यु १८९५ (पृ. ६१९)

महाराष्ट्रीय ज्ञानकोश-प्रस्तावनाखंड

विभाग पांचवा–विज्ञानेतिहास.

ग्रंथसंक्षेप.

प्रकरण १ लें.

शास्त्रघटना आणि शास्त्रेतिहास.

विज्ञानेतिहास नेहमीं अपूर्ण रहाणार, प्राचीन काळचा विज्ञानेतिहास सामान्य वाङ्मयांतून आणि अवशेषांतून काढला पाहिजे. पृ. १—विज्ञानेतिहासांत (१) प्राथमिक ज्ञानाची उत्पत्ति, (२) व्यापक विचारांचा इतिहास, (३) ज्ञानाचें प्रसरणं अथवा संस्कृतीचें अतिस्थलत्व, (४) क्रांतिकारक शोध, (५) ज्ञानविरोधक भाव आणि (६) राष्ट्रांचें ज्ञानैक्य इत्यादि महत्त्वाचे विषय येतात; पृ.२—विज्ञानेतिहास आणि सामान्य म्हणजे सामाजिक, राजकीय आणि आर्थिक इतिहास यांचा अन्योन्याश्रय आहे; पृ. ३—शास्त्रघटना करतांना प्रत्यक्षसंकलन, वर्गीकरण, कार्यकारणशोध, अवयवज्ञान, अवलोकनशुद्धि, संकीर्ण भावांचें पृथक्करण, प्रयोग इत्यादि क्रिया होत असतात; पृ. ४-५—शास्त्रांच्या वर्गीकरणाची स्पेन्सरीय पद्धति, शास्त्र आणि तत्त्वज्ञान, भारतीय शास्त्रवर्गीकरणें; पृ. ६—शास्त्रांत जातिमूलक अहंकार, अभ्यासक्षेत्रमूलक दुरभिमान, राजकीय दुरभिमान यांस स्थान सध्यां कितपत असेंत; पृ. ७—वस्तुवृद्धि आणि वस्तुज्ञान या दोन कारणांनीं ज्ञानविकास, व्यवहारांतील शब्द शास्त्रीय परिभाषेंत घेतल्यामुळें होणारे परिणाम, कोणत्या भिन्न विचारपद्धती अनवश्यक आहेत;पृ. ८—शास्त्रांचा उदय सामान्य ज्ञानांत होतो; पृ. ९—ज्ञानाच्या तीन पायऱ्या (१) दैवी स्पष्टीकरण, (२) तत्त्वाभासी स्पष्टीकरण व (३) शास्त्रीय स्पष्टीकरण या आहेत असें कोंटचें मत आहे; पृ. ९—शास्त्र, कविता, कला यांचा सामान्य उगम व्यावहारिक दृष्ट गोष्टींपासून आहे; पृ. ९—ज्ञानाची वाढ आणि व्यवस्था झाली म्हणजे सामान्य ज्ञानास शास्त्रत्व येतें; पृ. ९-१०—शास्त्रघटनेंत नाममूलक, संशोधनसाधनमूलक, व्यक्तिमूलक आणि सत्यदुर्लभतामूलक कारणांनीं तंटे उत्पन्न होतात; पृ. ११—शास्त्रेतिहासाचा पद्धतिशास्त्रास उपयोग आहे; पृ.११—शास्त्रेतिहासांत ज्या व्यावहारिक परिस्थितींत शास्त्रांची वाढ होते ती परिस्थिति, संप्रदायस्वरूपी विचारपद्धती, शास्त्राची वाढ होण्यास कारण होणाऱ्या संशोधनपद्धती, शास्त्रक्षेत्रनिर्णय इत्यादि गोष्टींस स्थान पाहिजे; पृ. १२—वस्तुस्थितींतच प्रगतीमुळें जें ज्ञान वाढतें त्याचेंहि मानवविषयक शास्त्रांत महत्त्व आहे; अशीं शास्त्रें, शासनशास्त्र, कायदेशास्त्र, अर्थशास्त्र, आंकडेशास्त्र इत्यादि आहेत; पृ. १३—ज्ञानार्जनांत भारतीय दृष्टिः ज्ञान आणि अज्ञान यांचें पृथक्करण, परकीय ज्ञानपरीक्षण, पूर्वार्जितपरीक्षण, ज्ञान आणि रचनापद्धति यांचें पृथक्करण, भाषामूलक वर्गीकरणाचें दूरीकरण, तत्त्वज्ञानाविषयीं संशयवृत्ति इत्यादि गोष्टी आपणांस अवश्य आहेत;पृ.१३—१६—भाषांतरतत्त्वें: भाषांतर करतांना भाषांतरीय ग्रंथाच्या स्वरूपाप्रमाणें आणि भाषांतराच्या हेतूप्रमाणें भाषांतराचें स्वरूप भिन्न पाहिजे, भिन्न वाचकांच्या मनोभूमिकांचें अवगमन करून प्रस्तुताप्रस्तुत निरीक्षण पाहिजे; पृ. १६—शब्दांच्या अर्थकक्षा प्रतिशब्द वापरतांना जाणल्या पाहिजेत आणि शब्दभाषांतराकडे लक्ष न देतां कल्पनापात्रांतराकडे लक्ष दिलें पाहिजे; पृ०१७—शब्दाच्या अर्थाचें पृथक्करण करून समानव्यापक प्रतिशब्द योजणें; पृ. १८— शब्दावर संनिध शब्दाचा परिणाम ओळखणें, रूपकाचें भाषांतर टाळणें; पृ. १८— मूळांतील शास्त्रवर्गीकरणमूलक शब्दयोजना तशीच राखणें अनवश्य धरणें; पृ. १८-१९--संस्कृत परिभाषेशीं संगति ठेवण्याचा विचार करणें;पृ.१९—संज्ञा, त्यांचें प्रयोजन,संज्ञा कशा असाव्यात याचा भाषांतरार्थ विचार, संज्ञाकोशाची अवश्यकता, तदर्थ झालेले प्रयत्न; पृ. १९--२३—विज्ञानेतिहासाचे कालविभाग,प्रागैतिहासिक काल;पृ.२४-सृष्ट्यवलोकन व पृथक्करण;पृ.२५-आद्यमानवज्ञात शास्त्रीय तत्त्वें: पृथ्वीचा आकार, अंतरिक्षांतील चमत्कार यासंबंधीं त्यांच्या कल्पना; पृ. २६—गुरुत्वाकर्षणाचें आद्यमानवास स्थूल ज्ञान असावें, घनपदार्थांची दृढता व द्रव पदार्थांची चंचलता त्यास परिचित असावी, साधर्म्य आणि वैधर्म्य यांचें स्थूलज्ञान असावें, वस्तूंचें वैद्यकीय गुणधर्मज्ञान असावें; पृ. २८—वयोमान व मरण यांविषयीं कल्पना अस्पष्ट असाव्यात, सामाजिक भावना असावी, थोडेंबहुत कायद्याचें ज्ञान विकसलें असावें; पृ. ३१—प्रागैतिहासिक शास्त्रज्ञानाचीं व्यंगें पृ. ३१—शास्त्रीय ग्रंथांची वाङ्मय दृष्टीनें योग्यता; पृ.३३—शास्त्रीय ग्रंथांची चिरकालता नियमित असणार;पृ.३४.

[संदर्भ ग्रंथ.—डॉ. ह्यूएल–नोव्हम् ऑरग्यानम रेनोव्हेटम. कार्लपीयर्सन–ग्रामर ऑफ सायन्स.प्रो. बा. प्र. मोडक–रसायन व पदार्थविज्ञानशास्त्रें.हिंदी वैज्ञानिक कोश. विविधज्ञानविस्तार ग्रंथ ४४ व ४५–ज्योतिष व रासायनिक परिभाषा. दा. ना. आपटे–विद्युत् शब्दकोश. रा. भरतराम भानु सुखराम मेहता यांचा दहाव्या महाराष्ट्र साहित्य संमेलनाच्या वेळीं वाचलेला निबंध. प्रो.धुंडिराज दीक्षित यांचा

विविधज्ञानविस्तार मध्यें सयाजी वैज्ञानिक शब्दसंग्रहावर अभिप्रायात्मक लेख. विष्णुशास्त्री चिपळूणकर-निबंधमाला, विद्वत्व व कवित्व, म्याकिआव्हिली-प्रिन्स. टॉलेमी-आल्मा जेस्ट व जॉग्राफिआ.प्लिनी-नॅचरल हिस्ट्री. कोपर्निकस-रेव्हो-ल्यूशनिबस ऑर्बियम सिलेश्चियम. न्यूटन-प्रिन्सिपिया. लाप्लास-मेकॅनिक सिलेश्ची व सिस्टिम डु मॉंड. जेम्स हटन-रेव्होल्यूशन ऑफ दी ग्लोब.लायेल-प्रिन्सिपल्स ऑफ जिऑलजी. कूव्हिए-ऑसेमेंटा फॉसिल्स. डार्विन-ऑरिजिन ऑफ स्पीसीज. गॅलिलीओ-डायलॉग्ज. हक्सले-मॅन्स प्लेस इन नेचर. टिंडाल-हीट अॅज ए मोड ऑफ मोशन. ह्यूएल-हिस्ट्री ऑफ दी इंडक्टिव्ह सायन्सेस.ड्रेपर-हिस्ट्री ऑफ दी कॉन्फ्लिक्ट बिटवीन रिलिजन अॅंड सायन्स. अॅंड्र्यू व्हाइट-वॉरफेर ऑफ सायन्स अॅंड थिऑलॉजी. ऐझॅक वॉल्डन-कंप्लीट अॅंग्लर. गिलबर्ट व्हाइट-नॅचरल हिस्ट्री ऑफ सेलबोर्न. विल्सन व ऑडयुबॉन-आर्निथालाजीज.]

प्रकरण २ रें.

प्राथमिक स्वरूपाचें ज्ञान, लेखनपद्धति.

(पृ. ३७-८०).

प्राथमिक स्वरूपाचें ज्ञान या शब्दसमुच्चयाचा उपयोग अगोदरचें ज्ञान या अर्थी केला नसून कांहीं सुधारणेनंतर उत्पन्न झालेल्या लिपी व अंकपद्धती यांसाठीं केला आहे; पृ. ३७-भारतीय अंकपद्धति व लेखनकला फार प्राचीन ठरते, तथापि भारतीय लिपीची प्राचीनता असुरिया व इजिप्त येथील उपलब्ध अवशेषांच्या अत्यंत प्राचीन काळापर्यंत नेतां येत नाहीं; पृ.३७-वर्णमालायुक्त लेखनपद्धति तयार होण्यापूर्वी मानवी प्राण्याची चित्रांच्या साहाय्यानें विचार व्यक्त करण्याची प्राथमिक अवस्था व पुढील विकासाच्या पायऱ्या यासंबंधीं इतिहास कल्पनाशक्तीच्या जोरावरच तयार केला पाहिजे; पृ. ३७-हिअरेटिक, ग्रीक, फिनीशिअन, आसुरी व ईजिअन लिपी यांजबद्दल प्राचीन वस्तुशास्त्रज्ञांचे विचार; पृ. ३७-३८--लेखनकलेच्या विकासांतील मुख्य मुख्य पायऱ्याः (१) प्रथमावस्था, चित्रव्यक्ति, (२) कल्पनादर्शक लिपी व (३) ध्वनिसूचक लिपि; पृ. ३८-३९--मिसरदेशीय चित्रलिपि ही लेखनकलेच्या निरनिराळ्या अवस्थेंतील चिन्हांचें कडबोळें असून बाबिलोनी कीलाकृति लिपीच्या विकासामध्यें वरील तीन अवस्था मानल्याच पाहिजेत; परंतु उपलब्ध जुन्या बाबिलोनी लेखांवरील लिपि ध्वनिचिन्हयुक्त म्हणजे विकासाची दुसरी अवस्था दर्शविते; पृ. ३९--ध्वनींच्या पृथक्करणाची कल्पना फार उशिरां निघाली; स्वर आणि व्यंजनें यांचें पृथक्करण म्हणजे ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीचें मरणच होय;पृ. ४०-फिनीशिअन भाषेच्या व्यापकतेमुळें फिनीशिअन लिपि हीच आजच्या सुधारलेल्या राष्ट्रांतील वर्णमालायुक्त लिपींची जननी होय अशी हेन्री स्मिथ विल्यम्स इत्यादि यूरोपीय पंडितांची सामान्य समजुत आहे; पृ. ४१-यूरोप, पश्चिम आशिया व आफ्रिका या देशांतील लिपींच्या उत्पत्तीविषयीं पाश्चात्यांचे सिद्धान्त;पृ.४१-४२--भरतखंडांतील लेखनकलेची प्राचीनताः लेखनकलेच्या उत्पत्तीसंबंधीं प्राचीन भारतीय समजूत; पृ. ४२-भारतीय लेखनकलेच्या उत्पत्तीबद्दल मॅक्समुल्लर, बर्नेल बुह्लर इत्यादि पाश्चात्य विद्वानांचे विचार; पृ. ४२-४३- भारतीय कलेच्या इतिहासास उपयुक्त अशीं साधनें म्हणजे शिलालेख, भरतखंडांत येऊन गेलेल्या ग्रीक लेखकांचीं वर्णनें, वैदिक व बौद्ध ग्रंथांतील वचनें व संस्कृत वाङ्मय हीं होत;पृ.४३- भूर्जपत्र, ताडपत्र किंवा कागद यांवर लिहिलेले लेख हजारों वर्षे टिकणें शक्य नसल्यामुळें लेखनकलेची प्राचीनता ठरविण्यास ते निरुपयोगी आहेतः अशोककालीन पाषाणांवर व स्तंभांवर कोरलेल्या लेखांवरून ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांत भरतखंडांतील लोक लेखनकलेस अनभिज्ञ नव्हते असें दिसतें. पृ. ४३-४४- अलेक्झांडरचा सेनापति निआर्कस याच्या हकीकतीवरून तसेंच बौद्धांचे विनय, अभिधम्म इत्यादि सूत्रग्रंथ किंवा जातककथा यांतील पुराव्यांवरून अशोकपूर्वकालींहि लेखनकलेचें अस्तित्व व्यक्त होतें; पृ. ४४-४५- पाणिनीच्या अष्टाध्यायींतील लिपि, लिबि, लिपिकर, यवनानी, इत्यादि शब्द आणि अनेक प्राचीन ग्रंथकारांचे उल्लेख यांवरून लेखनकलेची उत्पत्ति पाणिनिपूर्वकालीं नेतां येते; पृ. ४५-४६-- कोणत्याहि संस्कृतिविकासांत वर्णपृथक्करणाची क्रिया होण्यापूर्वी लेखनकलेचें अस्तित्व मानणें जरूर आहे; पृ. ४७--श्रुतिग्रंथांतील व्याकरणविषयक उल्लेख पाहतां त्या वेळीं व्याकरणशास्त्राचा अभ्यास होत असावा असें दिसतें व म्हणून त्या काळीं लेखनकला अस्तित्वांत नव्हती हें म्हणणें असंभवनीय आहे; पृ.४७-४८--वेदकालीन छंदःशास्त्रावरूनहि हीच गोष्ट सिद्ध होते; पृ. ४८-वेदग्रंथांत दिसून येणारें गणितज्ञान लेखनकलेच्या अभावीं प्राप्त करून घेणें शक्य नाहीं; पृ.४८-५०-लेखनकलेचें ज्ञान नसतां यजुर्वेदासारखा कोणताहि गद्यात्मक ग्रंथ तयार होणेंच असंभवनीय आहे; पृ.५०-- वेदादि ग्रंथ मुखोद्गत करण्याच्या रूढीचीं कारणें म्हणजे शुद्धस्वरोच्चाराची आवश्यकता, यज्ञिय प्रसंगीं त्या त्या विषयांचे मंत्र पठन करण्याची आवश्यकता व थोडासा गतानुगतिकपणा हीं होत; पृ. ५०-५१- प्रागैतिहासिक काळीं ब्राह्मी लिपीचें अस्तित्व सिद्ध करणारे लेख; पृ. ५१-शुक्लयजुर्वेदसंहितेंतील लेखनकलेसंबंधीं उल्लेख; पृ. ५१-तैत्तिरीय संहितेंतील उल्लेख; पृ. ५२--ऋग्वेदांतर्गत उल्लेख; पृ. ५२-अथर्ववेदांतर्गत उल्लेख; पृ. ५३- अवेस्ता भाषेचा वर्णानुक्रम किंचित वर्णविपर्यय केला असतां ब्राह्मी वर्णानुक्रमाप्रमाणेंच आहे, या गोष्टीवरून ब्राह्मी लिपीचा संबंध पर्शुभारतीय काळापर्यंत पोहोंचतो; पृ. ५३--भरतखंडांत ब्राह्मी व खरोष्ठी या दोन लिपी अस्तित्वांत असल्याबद्दल अशोककालीन शिलालेख व नाणीं आणि चिनी व बौद्ध ग्रंथ यांतील उल्लेख; पृ. ५३--ब्राह्मी लिपि ही हिअरेटिक, फिनीशियन इत्यादि परकीय लिपींपैकीं कोणत्या तरी एका

लिपीपासून निघाली असल्याचें सिद्ध करण्यावद्दल पाश्चात्य पंडितांची सहेतुक धडपड; पृ. ५४--बुहलर वगैरेंनीं अंगीकारलेल्या स्वमतस्थापनाच्या रीतींतील दोष; पृ. ५६--ब्राह्मी लिपि पूर्वी फारशीप्रमाणें उलटी लिहिली जात होती काय? पृ. ५७--नाण्यांवरील उलट्या अक्षरांस विशेषशी ऐतिहासिक किंमत देतां येत नाहीं; पृ. ५७--वैज्ञानिक क्रमाच्या दृष्टीनें ब्राह्मी लिपीसंबंधीं विचार करतां ती अव्यवस्थित अशा फिनीशियन लिपीपासून उत्पन्न झाली ही कल्पनाच अग्राह्य ठरते; पृ. ५८--ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकापूर्वीचा ब्राह्मी लिपीचा इतिहास अज्ञात आहे; पृ.५८-५९--खरोष्ठी लिपींतील अशोककालीन-ग्रीक राजांचे, शक राजांचे, क्षत्रपांचे व पार्थियन राजांचे लेख; पृ. ६०--कुशन राजे व एतद्देशीय औदुंबरादि राजे यांचे लेख; पृ. ६१--या लेखांचें निरीक्षण करतां खरोष्ठी ही हिंदुस्थानांतील सार्वत्रिक लिपि नसून तिचा प्रचार फक्त वायव्येकडील कांहीं भागांतच होता हें निर्विवाद सिद्ध होतें; पृ. ६१--खरोष्ठीचें अरमइक लिपीशीं सादृश्य; पृ. ६१-६२--'अरमइक' लिपि हखामनी वंशांतील इराणच्या बादशहांनीं हिंदुस्थानांत आणली; पृ. ६२--या दोन गोष्टींचा साकल्यानें विचार केला तर खरोष्ठीची उत्पत्ति अरमइकपासून झाली असावी असें अनुमान निघतें; पृ. ६२--ब्राह्मीसारखी विकसित लिपि अस्तित्वांत असलेल्या हिंदुस्थानांत खरोष्ठीसारख्या दरिद्री लिपीचा प्रसार होणें शक्य नव्हतें; पृ. ६३--जगांतील लिपींची स्थूल माहिती देणारी यादी व त्यांचा विकास दाखविणारा वंशवृक्ष; पृ. ६४-७२--प्राचीन लिपिशास्त्र व प्राचीन अंकित लेखशास्त्र असे प्राचीन लिपिशास्त्राचे दोन भेद होण्यास लेखनसाहित्याची प्रकारभिन्नताच कारणीभूत झाली; पृ. ७३--लेखनसाहित्य व लिपिस्वरूप यांचा संबंध; पृ. ७३--शाई, चामडीं कागद वगैरे लेखनसाहित्य; पृ. ७३-७४--चीनच्या लेखनसाहित्याचा इतिहास; पृ. ७४--हिंदुस्थानांतील लेखनसाहित्य; पृ. ७५-८०--लेखनपद्धतीच्या इतिहासांतील विकासावस्था; पृ. ८०--स्वाभाविक सर्वजनमान्य लिपि उत्पन्न करण्याचे विद्वानांचे प्रयत्न; पृ. ८०.

[संदर्भग्रंथ.--आर्थर इव्हान्स याचे प्रकाशित ग्रंथ- असुर राष्ट्राच्या भाषेचें व्याकरण (जर्मन), लायपझिग १९००.आयझॅक टेलर--हिस्टरी ऑफ दी अल्फाबेट. सेक्रेड बुक्स ऑफ दी ईस्ट सीरीज. पु. २३, पा. ३०४. सॅम्युएल बील-बुद्धिस्ट रेकार्ड ऑफ दी वेस्टर्न वर्ल्ड. मॅक्स मुल्लर-हिस्टरी ऑफ एन्शंट संस्कृत लिटरेचर.बर्नेल-साऊथ इंडियन पॅलिओग्रफी. हेनरी स्मिथ विल्यम्स-हिस्टरी ऑफ सायन्स. बुहलर-इंडियन स्टडीज. क्लिन्नर-संस्कृत टेक्स्ट भाग १. जर्नल ऑफ दी एशिआटिक सोसायटी ऑफ बेंगाल; पु. २६. पा. ८. एरियन-इंडिका. ऱ्हीस डेव्हिड्स-बुद्धिस्टिक इंडिया. भारत इतिहास संशोधक मंडळ-अहवाल शके१८३२. पं. गौरिशंकर ओझा--भारतीय प्राचीन लिपिमाला. एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिका आवृत्ति ९, पु. २१, २८, २३. ब्राह्मणें, उपनिषदें, संहिता, सूत्रें, आरण्यकें, अष्टाध्यायी, निरुक्त. हिंदुस्थानच्या खानेसुमारीचा अहवाल १९११ पु. १ भा. २. रॉथ व बोथलिंग यांचा संस्कृत कोश. ज्ञानकोश विभाग १ ला. इंडियन अँटिक्वरी. पु. १०, ११, १४, २४, २६, ३४, ३५, ३७, ३८. रॅप्सन--एन्शंट इंडिया. पॉल गोल्डस्मिथ-अकॅडेमी. ई. मूलर--रिपोर्ट ऑन एन्शंट इन्स्क्रिप्शन्स ऑफ सीलोन. लेनामार्ट-एसे ऑन फिनीशियन अल्फावेट. एडवर्ड क्लॉड--स्टोरि ऑफ दि अल्फावेट. वेवर--इंडिश स्टुडिअां. हॅलवेल--जर्नल एशियाटिक. बुहलर--भरतखंडांतील ब्राह्मी लिपीची उत्पत्ति. मॅकडॉनेल--हिस्टरी ऑफ संस्कृत लिटरेचर. डॉ. बार्नेट--अँटिक्विटीज ऑफ इंडिया. कनिंगहॅम--हिंदुस्थानांतील प्राचीन नाणीं (कॉइन्स ऑफ एन्शंट इंडिया), कॅटलॉग ऑफ दि कॉइन्स ऑफ दि आन्ध्र डिनॅस्टि. रॅप्सन-- इंडियन कॉइन्स. पर्सी गार्डनर--दी कॉइन्स ऑफ ग्रीक अँड इंडोसीथिक; किंग्ज ऑफ बॅक्ट्रिया अँड इंडिया. कनिंगहॅम-आर्किआलॉजिकल सर्व्हे रिपोर्ट पृ. १५. एडवर्ड थॉमस--न्युमिस्मॅटिक क्रॉनिकल. लासेन--इंडिश आल्टरथुमस्कुंडे. सरस्वती मासिक (१९१३-१५). कॅटलॉग ऑफ कॉइन्स, पंजाव म्युझिअम. कॅटलॉग ऑफ कॉइन्स, इंडियन म्युझिअम. एफिग्रॅफिआ इंडिका-पु.४,९,११,१२.पॅलिऑग्रॅफिक सोसायटीज ओरिएंटल सीरीज. पार्गिटेर--दि पुराण टेक्स्ट ऑफ डिनॅस्टीज ऑफ दि कलि एज. विष्णुपुराण. हुएन्त्संग्च्या चरित्राचें बीलकृत रूपांन्तर. आर्किऑलॉजिकल सर्व्हे रिपोर्ट, म्हैसूर संस्थान१९१६.पी.पिटर्सन-मुंबई इलाख्यांतील संस्कृत पुस्तकांच्या शोधाचा ५ वा अहवाल. अल बेरुणीज इंडिया. कच्चायनचा भूमिका. हाल-वासवदत्ता. एशियाटिक सोसायटी बंगालचीं प्रेसिडिंग्ज १८९४,१८९६. पायोनियर, ६ डिसेंबर १९०१. डॉ वर्जेस--तामिळ अँड संस्कृत इन्स्क्रिप्शन्स. ह्युएन्त्संगच्या हिंदुस्थानांतील प्रवासावर टॉमस वॅटर्सनें लिहिलेलें पुस्तक, भाग १ ला. मॅक्स मुल्लर.--ऋग्वेद. बुहलर-काश्मिर वगैरे ठिकाणच्या पुस्तकांचा रिपोर्ट.]

प्रकरण ३ रें.

प्राथमिकज्ञानाची उत्पत्ति-संख्यालेखन.

(पृ. ८०-९३)

आजच्या गणितशास्त्राच्या प्रगतीस आधारभूत असलेली दशमानात्मक संख्यालेखनपद्धति प्राथमिक अंकांत सुधारणा होत होत हल्लींच्या परिणतावस्थेस पोंचली असली पाहिजे; पृ. ८०--पंचमान, दशमान वगैरे संख्यागणनपद्धती आपल्या हाताकडे पाहून मनुष्यास सुचल्या असाव्यात; पृ. ८०--संस्कृतमधील तीन वचनें पूर्वकालीन आर्यांच्या प्राथमिक

स्वरूपाच्या अंकमापनशक्तीचा पुरावा होत; पृ. ८०—हिंदू व चिनी लोकांच्या हाताच्या बोटांचा अंकांसाठीं उपयोग करण्याच्या पद्धती; पृ. ८१—इजिप्तमधील प्राचीन अंकलेखन; पृ. ८१—भारतीय अंक; पृ. ८२—प्राचीन इजिप्शियन व हिंदी अंकांमधील साद्दश्य व फरक; पृ. ८२—दोन्ही अंकपाठांच्या साम्यतेवरून सूचित होणाऱ्या जन्यजनकभावासंबंधीं विचार; पृ. ८३—प्राचीन ग्रीक, हिब्रू व सिरियन अक्षरांक, रोमन अक्षरांक व अक्षरांकांनीं संख्यालेखन; पृ. ८४—भारतीयांचे शब्दांक व शून्यान्वित दशमानात्मक संख्यालेखक शब्दांकांच्या संज्ञा, संख्यालेखन; पृ. ८५—भारतीय अंकचिन्हांचें अक्षरांशीं असलेलें थोडेंबहुत साम्य केवळ आगंतुक असून अंकचिन्हांची अक्षरांपासून उत्पत्ति झाली म्हणून नव्हे; पृ. ८६—पहिल्या व दुसऱ्या आर्यभटाचे अक्षरांक; पृ. ८६—दुसऱ्या आर्यभटाच्या अक्षरांकांचा शिलालेखदानपत्रांतून उपयोग आढळतो; पृ. ८६—अक्षरांककल्पनेचा जनक अनिश्चित; आहे; पृ. ८७—प्राचीन व अर्वाचीन अंकपाठांतील व संख्यालेखनपद्धतींतील मुख्य भेद म्हणजे केवळ स्थानभेदानें एकाच अंकानें अनेक संख्या दाखवितां येणें शक्य आहे ही अर्वाचीन संख्यालेखनांतील मूलभूत कल्पना प्राचीन काळांत सुचली नव्हती; पृ. ८७—या सुधारणेचें मूळ प्राचीन ग्रीक व रोमन लोकांतील अबकस अथवा स्थानरेषापट यांत दृश्य होतें; पृ. ८७–८८—संख्यालेखनपद्धतीच्या विकासांत स्थानरेषापटानें मोठीच कामगिरी केली आहे; पृ. ८८—शून्यान्वित नऊ अंकी दशमानात्मक संख्यालेखनपद्धति हिंदूंनीं काढली; पृ. ८९-९१—अर्वाचीन अंकांच्या व संख्यालेखनपद्धतीच्या इतिहासांतील सर्वसंमत मुद्दे; पृ. ९१—अंकचिन्हें कोणीं कोणापासून घेतलीं ? पृ. ९१—स्थानरेषापटाची जन्मभूमि हिंदुस्थान असल्याबद्दल बेली साहेबांनीं निरनिराळ्या प्रकारचे अप्रत्यक्ष पुरावे दिले आहेत; पृ. ९२—स्थानरेषापटाचा जन्मकाल व प्रसार या गोष्टीचा नक्की इतिहास अज्ञात आहे; पृ. ९२.

[संदर्भग्रंथ.—बेली—अर्वाचीन संख्यांकांची पूर्वपीठिका (जीनिआलॉजी ऑफ मॉर्डन न्यूमरल्स). ज. अमेरि. ओ. सो. राजवाडे–संस्कृत भाषेचा उलगडा. शतपथ ब्राह्मण; तैत्तिरीय ब्रा.; कात्यायन श्रौतसूत्र; लाट्यायंन श्रौ. सू.; वेदांग ज्योतिष; पिंगल–छंदःसूत्र. दीक्षित–भारतीय ज्योतिःशास्त्र. वराहमिहिर–पंचसिद्धांतिका. ब्रह्मगुप्त–ब्रह्मस्फुटसिद्धांत. लल्ल–शिष्यधीवृद्धिदतंत्र. पं. गौरीशंकर ओझा—भारतीय प्राचीनलिपिमाला. प्रिन्सेप —अँटिक्विटीज. आर्यभट—आर्यसिद्धांत. षड्गुरुशिष्य—वेदार्थदीपिका. इंडियन अँटिक्वरी. पु. ७, १४,१७, २१. बर्नेल—साउथ इंडियन पॅलिऑग्राफी. बुह्लर—इंडियन पॅलिऑग्राफी. मसौदी—मेडोज ऑफ गोल्ड. जर्नल ऑफ दी एशियाटिक सोसायटी ऑफ बंगाल १९०७. एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिका (न्यूमरल्स). टेलर—लीलावतीची पस्तावना. बोएथस—जॉमेट्रिया.]

प्रकरण ४ थें.

प्राथमिक ज्ञानाची उत्पत्ति–कालगणना आणि तीसाठीं प्रारंभबिंदूची योजना (पृ. ९३–१३०).

कालगणना शास्त्रामध्यें (१) वर्षाचें नामकरण, (२) वर्षान्तर्गत दिवसांचें वर्गीकरण व नामकरण व (३) दिनविभागपद्धति या तीन गोष्टींचा विकास व्हावयाचा; पृ. ९३—कालमापन कर्मानुक्रमाच्या अनुषंगानें जन्मास आलें: कालगणनेचा नैसर्गिक व व्यावहारिक गोष्टींशीं संबंध आहे; पृ. ९३—साप्ताहिक कालमापन ज्योतिषाशीं असंबद्ध आहे; पृ. ९४—पंचांगविषयक शास्त्रीय देवघेवीचा आढावा काढण्याकरितां देवघेव चालू असलेले व नसलेले असे जगाचे दोन भाग पाडून त्यांच्या कालगणनेचा परस्परसंबंध दिला पाहिजे; पृ. ९४–९५–हिंदुपंचांगः—तिथि, नक्षत्रें, राशी, माससंज्ञा व अधिकमास, चांद्रमास आणि सौरमास, क्षयमास, अमान्त व पूर्णिमान्त मास, नक्षत्रचक्रारंभस्थान व अयनचलन, योग, करण, पंचांगाचीं इतर आधुनिक अंगें, ग्रहांची स्थिति, संवत्सर, स्थानिक पंचागाची आवश्यकता, भारतीय पंचांगांतील विशेष; पृ. ९५–१००–हिंदुस्थानांतील चालू असलेली कालगणनापद्धति घेऊन बौद्धांनीं आपली कालगणना थोड्याबहुत फरकानें चीन, जपान, तिबेट, आनाम, चंपा, लाओ इत्यादि प्रदेशांत प्रसृत केली; पृ. १००—जैन, बाबिलोनी, मिसरदेशीय, रोमन, आर्मीनियन, मुसुलमानी, ईजिअन इत्यादि प्राचीन निरनिराळ्या कालगणना; पृ. १०१–१०२–मेक्सिकन आणि मय या प्राचीन राष्ट्रांतील मृत कालगणनापद्धती; पृ. १०२–कालगणनाशास्त्राचा इतिहासः कालगणनेसाठीं व कालप्रारंभार्थ केल्या गेलेल्या ओबडधोबड प्रयत्नांचा इतिहास देण्याच्या दोन पद्धती; पृ. १०२-१०३–वैदिक कालमापन; पृ. १०३—कालमापनार्थ प्रारंभबिंदु ठरविण्याचे भारताबाहेरील प्रयत्न; पृ. १०४-१०५–भरतखंडांतील शकः सप्तर्षिसंवत्, कलियुगसंवत्, वीरनिर्वाण संवत्, बुद्धनिर्वाणशक, मौर्य शक, सिल्यूकिडीशक, शालिवाहनशक, विक्रमसंवत्, कलचुरि शक, गुप्त अथवा वलभीशक, गांगेयशक, हर्षशक, भाटिकशक, कोल्लमशक, नेवारशक, चालुक्यविक्रमशक, सिंहशक, लक्ष्मणसेनशक, राज्याभिषेकशक, पुडुवैप्पुशक, हिजरी सन, सूरसन, फसली सन, विलायती सन, अमली सन, बंगाली सन, मगी सन, इलाही सन, यज्दजर्द सन, इसवी सन; पृ. १०५-१२२–भारतवर्षांतील संवत्सरात्मक कालगणनाः—(१) बार्हस्पत्य संवत्सर, (२) संवत्सर व (३) ग्रहपरिवृत्ति संवत्सर; पृ. १२२-१२४—हिंदुस्थानांतील सौर व चांद्रवर्ष; पृ. १२४-२५—अत्यंत प्राचीन घडामोडींची कालक्रमवार नोंद ठेवण्याचे जे प्रयत्न झाले ते कालाच्या किंवा कालपुरुषाच्या तावडींत सांपडून नष्ट झाले; पृ. १२५—कालमानाच्या प्रारंभबिंदूंतील विविधता; पृ. १२५—ऐतिहासिक सत्याचा सांप्रदायिक कल्पनेवर विजय; पृ. १२५–१२६.—असुरिया

व इजिप्त या प्राचीन देशांतील इतिहाससंशोधन; पृ. १२६-१२७—बायबलांतील एकांगी माहितीवर मेसापोटेमिया मधील इतिहाससंशोधनानें बराच प्रकाश पडला; पृ. १२८—ग्रीकांच्या इतिहासाच्या साधनांची छाननी; पृ. १२९-१३०.

[सुंदर्भ ग्रंथ–वेदांगज्योतिष.शं.बा. दीक्षित-ज्योतिर्विलास. केरोपंती पंचांग. ग्रहलाघवीय पंचांगें. चिंदं बलम्. ऋग्वेदसंहिता; वा. सं.; तै. ब्रा.; आर्यभटीयाची परमादीश्वरकृत भटदीपिका टीका गीतिकापाद; तै. सं; महिधर—वाजसनेहिसंहिताभाष्य; ऐ. ब्रा.; गो. ब्रा. कैयटरचित देवीशतकाची टीका. डॉ. बुह्लरचा काश्मीरचा रिपोर्ट. वाराही संहिता; भागवत; विष्णुपुराण; सिद्धांततत्त्वविवेक; हस्तलिखित ध्वन्यालोक (इं. अँ. पु.२०); राजतरंगिणी. इंडियन अँटिक्वेरी. पु. १-३, ६, ९-१५,१७-२०, २५, ४०, ४६. एन्सायक्लोपीडिया ऑफ रिलिजन अँड एथिक्स, एजेस ऑफ दि वर्ल्ड. एपिग्रॅफिआ इंडिका—पु. ६. मत्स्य–वायु–ब्रह्मांड-पुराण. मेरुतुंगसूरी–विचारश्रेणी. नेमिचंद्र-महावीरचरित. हरिवंशपुराण. नेमिचंद्र--त्रिलोकसार; यावरील माधवचंद्राची टीका. जैनहितैषी मासिक पत्र(डिसेंबर१९१७). बील—बुद्धिस्ट रेकॉर्ड्स ऑफ दि वेस्टर्न वर्ल्ड. प्रिन्सेप.--अँटिक्विटीज. कनिंगहॅम--कॉर्पस इन्स्क्रिप्शनम् इंडिकेरम् पु. १. व्हिन्सेंट स्मिथ—अर्ली हिस्टरी ऑफ इंडिया. बार्नेट—अँटिक्विटिज ऑफ इंडिया. जर्नल ऑफ दी रॉयल एशियाटिक सोसायटी १९१०. मॅक्समुल्लर—हिस्टरी ऑफ एन्शंट संस्कृत लिटरेचर. रिकमर्स–क्रॉनालॉजी ऑफ इंडिया.सायक्लोपीडिया ऑफ इंडिया पु. १. पं. गौरीशंकर ओझा—भारतीय प्राचीन लिपिमाला. पं. भगवानलाल इंद्रजी--दि हाथी गुंफा अँड थ्री अदर इन्स्क्रिप्शन्स. कनिंगहॅम—आर्किऑलॉजिकल सर्व्हेचा रिपोर्ट १९०३-४. कनिंगहॅम--इंडियन ईरास. मुहूर्तमार्तंड. जिनप्रभसूरी—कल्पप्रदीप. जर्नल ऑफ दि रॉयलएशिआटिक सोसायटी मुंबई. पु. १०, १२, १६.एडवर्ड साचो-अलबेरुणीज इंडिया.कीलहॉर्न–लिस्ट ऑफ इन्स्क्रिप्शन्स ऑफ सदर्न इंडिया. गाथासप्तशती. बृहत्कथा. प्रबंध चिंतामणि. कनकसभे—तामिल कंट्री एटीन हंड्रेड इयर्स अॅगो. प्रभासक्षेत्रतीर्थयात्राक्रम. फ्लीट.–गुप्त इस्क्रिप्शन्स. आर. शामशास्त्री-गवामयन. भगवतीसूत्र. जॉन ॲलन संपादित गुप्तांच्या नाण्यांची सूची. बॅांबे गॅझेटियर पु. १. भांडारकर कॅमेमेरेशन व्हॉल्यूम—विक्रम ईरा. वेबर—हिस्टरी ऑफ संस्कृत लिटरेचर. सोमभट्ट—कथासरित्सागर. केव्ह टेंपल्स ऑफ वेस्टर्न इंडिया. ओझा—सोळंकियोंका प्राचीन इतिहास. एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटॅनिका.९ वी आवृत्ति,पु.१३.पा.४९६. कीलहॉर्न—लिस्ट ऑफ इन्स्क्रिप्शन्स ऑफ नॉर्दर्न इंडिया. प्रो. श्रीधरपंत भांडारकर यांचा संस्कृत पुस्तकांच्या शोधासंबंधीं इ. स. १९०४–५ व १९०५–६ सालचा अहवाल. मेजर अर्स्किनचें जेसलमीरचें गॅझेटियर. चारण रामनाथ रत्न—इतिहास राजस्थान. बर्नेल—साउथ इंडियन पॅलिऑग्रफी. इंपीरियल गॅझेटियर ऑफ इंडिया पु.२१. त्रावणकोर आर्किऑलाजिकल सीरीज.पु.१२. तुहफुतुल् मजाहिदीन. मलबार गॅझेटियर. यज्ञेश्वर शास्त्री—आर्य विद्यासुधाकर. हरप्रसाद शास्त्री—कॅटलॉग ऑफ पामळीफ अँड सिलेक्टेड पेपर मॅनास्क्रिप्टस बिलॉंगिंग टु दि दरबार लायब्ररी नेपाळ. भावनगर प्राचीन शोधसंग्रह. नोटिसेस ऑफ संस्कृत मॅनस्क्रिप्ट्स. अयने अकबरी. अजायब उल बुलदान. ए. थॉमस—क्रानिकल्स् ऑफ दि पर्शियन किंग्ज ऑफ डेल्ही. रिपोर्ट ऑफ दि राजपुताना म्युझिअम १९१६--१७. ज्योतिष तत्त्व. सर चार्लस लायेल—प्रिन्सिपल्स ऑफ जिऑलजी. लायेल–अँटिक्विटी ऑफ मॅन.]

प्रकरण ५ वें.

वेदविद्या व तदुत्तर शास्त्रें–छंद व संगीत
(पृ. १३०–१९३).

साहित्य जमविणें व त्यास सुव्यवस्थित स्वरूप देणें या शास्त्रविकासाच्या दोन क्रिया होत; पृ. १३०—ज्ञानवर्धनाच्या इतिहासाची मांडणी सर्वः जग हें क्षेत्र आहे असें समजून केली पाहिजे व या दृष्टीनें भारताच्या अत्यंत प्राचीन ज्ञानाच्या इतिहासास महत्त्व आहे; पृ. १३१–ज्ञानाचें एका संस्कृतींतून दुसऱ्या संस्कृतींत संक्रमण; पृ.१३१–क्रिया, कला व शास्त्र यांचा अन्योन्य संबंध असतो, या दृष्टीनें श्रौत संस्थांचा प्राचीन वाङ्मयोत्पत्तीस बराच उपयोग झाला;पृ.१३१-१३२-कर्मकाण्ड व ज्ञानकांडःप्राचीन वेदसंहितांचा उत्तरकालीन शास्त्रांशीं संबंध; पृ.१३२--वेदमूलक शास्त्रेतिहासामध्यें छंदःशास्त्र व संगीतशास्त्र यांस अग्रस्थान येतें; पृ. १३२–वेदांतील छंदःशास्त्र व त्याचा संगीतशास्त्रांशीं संबंध; पृ. १३३—छंदःशास्त्राच्या इतिहासलेखनांत भिन्न भिन्न वृत्तें तपासणें व त्यांच्या साह्याय्यानें छंदोज्ञान तपासणें ह्या दोन क्रिया केल्या पाहिजेत; पृ. १३३–१३४—ऋग्वेदांतलि छंदांचे उल्लेख; पृ. १३४–छंदःशास्त्राचें नामकरण व वेदग्रंथ व इतरत्र उल्लिखित वृत्तांचीं नांवें व संख्या; पृ. १३५—वैदिक छंदःशास्त्रांतील अक्षरसंख्यामहत्त्व व प्रगाथाची घटना; पृ. १३६–वृत्त व पाद यांची पूर्वोत्तरता व विशिष्टवृत्तविषयक उल्लेख; पृ.१३६–१३८—धृपदरचना व कृति; पृ. १३९–१४०–वेदोत्तर ग्रंथांतील खास छंदःशास्त्रीय भाग व निदानसूत्रें; पृ. १४०–१४१—छंदःशास्त्राची वाढः पिंगलाचार्यांच्या छंदःसूत्राचा 'वेदांग' या नांवानें निर्दिष्ट केलेला भाग सोडून दिला तर त्यांत बहुतेक लौकिक वृत्तांचेंच विवेचन आहे; पृ. १४२—१४५--हलायुधाची टीका व लौकिक वृत्तविकास; पृ. १४५–१४६—सयमक कवितेची उत्पत्ति वेदसंहितांमधून दिसते; पृ. १४७—संस्कृत छंदःशास्त्राचा प्रसार व प्रसाराबरोबर विकासः वृत्तें व त्यांचें स्पष्टीकरण करणारें कोष्टक;पृ.१४७–१५२-संस्कृत छंदःशास्त्राचा प्राकृत छंदःशास्त्राशीं संबंध; व प्राकृत पैंगल व

त्यांतील मात्रापद्धति; पृ. १५३–१५४—मराठी नवीं वृत्तें: मात्रागणवृत्ताच्या प्रचाराचें कारण त्या काळच्या समाजाची सयमक कवितेची आवड हें होय; पृ. १५४–१५६–तेलगू छंदःशास्त्र, गण व वृत्तें; पृ. १५६–१५८–चिनी छंदःशास्त्र; पृ. १५८–१५९—सामवेद म्हणजे अत्यंत प्राचीन संगीतशास्त्र, किंवा बरोबर व्याख्या करावयाची म्हणजे यज्ञांतर्गत संगीत योजनाज्ञान अशी करतां येईल; पृ. १६०—सामवेदाचा अभ्यास करण्याच्या पद्धती तीन आहेत; पृ. १६०—सामसंहितेची योजना यज्ञप्रसंगीं कशी करावयाची हें विवेचन करणारे सामवेदाचे ब्राह्मणग्रंथ (१) प्रौढ (तांड्य), महाब्राह्मण किंवा पंचविंश ब्राह्मण, (२) षड्विंश, (३) सामविधान, (४) आर्षेय, (५) दैवत, (६) उपनिषद् (७) संहितोपनिषद् व (८) वंश हे होत; पृ. १६१–१६३—आर्षेयब्राह्मण व उत्तरकालीन सामवाङ्मयाची वाढ; पृ. १६३–१६६–सामवेदाच्या ब्राह्मणग्रंथांतील परंपरा व पुष्कळ सामप्रवर्तकांचे ब्राह्मणें व सूत्रें या ग्रंथांत आलेले उल्लेख यांचा इतिहाससंशोधनास प्रत्यक्ष उपयोग नसला तरी एकंदर शास्त्रप्रसाराची व्याप्ति करण्यास तीं अत्युपयुक्त आहेत; पृ. १६६–१६७-वंशब्राह्मणांतील शिष्यपरंपरा व इतर श्रौतसूत्रांतील उल्लेख; पृ. १६८–१६९–ब्राह्मणग्रंथांतील सामांची नांवें; पृ. १७०–१७१—सामसंगीताचें यथार्थ स्वरूप व त्यावरून अर्वाचीन संगीताचा विकास कसा झाला याचा इतिहास अज्ञात आहे; पृ. १७२—भारतीय संगीताच्या इतिहासाचें स्थूल स्वरूप म्हणून सप्तस्वर, राग, ताल, मूर्च्छना, तान, मिंड, आरोहावरोह, श्रुति इत्यादिकांचा विकास द्यावयाचा; पृ १७३—भारतीय संगीताच्या मर्यादा (१) सांघिक गायनाचा मंत्रपुष्पाखेरीज इतरत्र अभाव, (२) सप्तकत्रयांतर्वृत्तित्व, (३) एकस्वरमालिकायुक्तत्व व (४) रागव्यवस्था; पृ. १७३—संहितीकरणापूर्वी थोडें तरी शास्त्रीकरण व्हावें लागतें व तशा प्रकारचा प्रथमः प्रयत्न म्हणजे सामांतील विकार, विश्लेष, विकर्षण, अभ्यास, विराम व स्तोभ हीं होत; पृ. १७३–१७४—एकस्वरी गायनापासून ऋग्वेदकालीन तीन स्वरी गायन, व नंतर सहास्वरीपासून सप्तस्वरात्मक संगीताचा विकास होत गेला; पृ. १७५–१७६–सात स्वरांचें प्राचीनत्व सिद्ध आहे; पृ. १७७—स्वरमापनाचें अगदीं प्रथमावस्थेंतील साधन गात्रवीणा असून हातांच्या निरनिराळ्या बोटांवर स्वरमापन अद्यापहि करण्याचा प्रघात आहे; पृ. १७७—साममंत्र लेखनाचें स्वरूप अत्यंत घोटाळ्याचें असून भिन्न हस्तलिखितांत भिन्न चिन्हें आढळतात; पृ. १७८–१७९—स्तोभ म्हणजे गाण्याकरितां केलेलीं काव्यें किंवा गायनोपयुक्त फरक केलेले मंत्र होत; पृ. १८०—भारतीय संगीतावर ग्रीक व पाश्चात्य संगीताचा कांहीं परिणाम दिसत नाहीं. मुसुलमानी संगीताचा अगदीं अलीकडच्या गायनावर परिणाम झालेला दिसतो व द्राविडी संगीताचा संबंध व परिणाम अनिश्चित आहेत; पृ. १८१—संगीतेतिहासाचे सामसंगीतयुग, मार्गसंगीतयुग, देशी संगीताचा उषःकाल व देशी संगीताचा उत्कर्षकाल असे चार विभाग पाडतां येतात; पृ. १८१– संगीतशास्त्रांतील प्राचीन ग्रंथ म्हणजे भरतनाट्यशास्त्र होय; पृ. १८१–भक्तिमार्गाच्या उदयाचा दक्षिणी संगीतावर बराच परिणाम झाला आहे; पृ. १८२–नारदशिक्षा, जयदेव व त्याचें गीतगोविंद; पृ. १८३–शार्ङ्गदेव त्याचा संगीतरत्नाकर व चवदाव्या व पंधराव्या शतकामध्यें मुसुलमानी अमदानींत हिंदी संगीतांत इराणी तऱ्हेचा प्रवेश झाला, लोचनकृत रागतरंगिणी; पृ. १८३–तानसेन व त्याच्या अनुयायांचे 'रबाबियर' व 'बीनकार' हे दोन वर्ग; ३ पृ. १८१–१८४–पुंडरीक विठ्ठल व त्याचे ग्रंथ, राम अमात्याचा स्वरमेलकलानिधि, सोमनाथ पंडिताचा रागविबोध; पृ. १८४—वेंकट मखीची चतुर्दंडीप्रकाशिका, उत्तरेकडील संगीतपद्धति दामोदरमिश्राचा संगीतदर्पण, शहाजहान व अवरंगजेब यांच्या:कारकिर्दीतील संगीताचा उत्कर्ष व अपकर्ष, अहोबलाचा संगीतपारिजात, भवभट्ट व मोंगलाईच्या अखेरच्या काळांतलें संगीत, ब्रिटिश अमदानीच्या सुरुवातीस हिंदी संगीत ऱ्हासाच्या स्थितींत होतें; पृ. १८५–तंजावरमध्यें संगीताची धुगधुगी, संगीतसार ग्रंथ, दक्षिणेंतील त्यागराज व त्याचे समकालीन; पृ. १८६–अर्वाचीन संगीतज्ञ, ऑलइंडिया म्यूझिक अकेडमी या संगीतसंस्थेची अवर्णनीय कामगिरी; पृ. १८७–निरनिराळ्या ग्रंथांतील स्वर व श्रुति यांच्या संज्ञेंत जरी सादृश्य असलें तरी त्यांच्या ध्वनींमध्यें साम्य नसल्यामुळें त्या स्वरांपासून बनणारे राग सारखे नाहींत; पृ. १८८–यामुळें संस्कृतमधील संगीत ग्रंथांचे (१) मुखारी अगर कनकांगी मेळाचे ग्रंथ, (२) काफी शुद्ध मेळाचे ग्रंथ व (३) बिलावली शुद्ध मेळाचे ग्रंथ असे तीन वर्ग झाले; पृ. १८९–प्राचीन ग्रीक व अर्वाचीन यूरोपीय संगीताचा संबंध; पृ. १८९–१९०—आजचे पाश्चात्य संगीतज्ञ संगीताचे (१) ताल, (२) स्वरांची परस्परानुरूपता व (३) हार्मनी असे तीन घटक समजतात; पृ. १२०–१२१—हिंदी संगीत व पाश्चात्य संगीत यांमधील फरकाचे आठ मुद्दे पृ. १९१–१९२–इतर संगीतें, व हिंदी संगीतांत हार्मनी आणण्याची खटपट झाली पाहिजे; पृ. १९२–१९३.

[संदर्भग्रंथ.--विविधज्ञानविस्तार पु.२६,५३.तै.ब्रा.;श. प. ब्रा.; पिंगल–छंदोवृत्ति. ऋग्वेदसंहिता, काठकसंहिता, अथर्ववेदसंहिता, वाजसनेयिसंहिता, तैत्तिरीयसंहिता. वेबर–इंडियन स्टडीज. ऐतरेय आरण्यक; आश्वलायनसूत्रें; निरुक्त; शां. श्रौ. सू. कोलब्रूक–ग्रामर ऑफ संस्कृत लँग्वेज. ऑफ्रेक्ट–कॅटलॉगस कॅटलागोरम. अभिधानरत्नमाला. वृत्तरत्नाकर. ज्ञानकोश विभाग १ ला—हिंदुस्थान आणि जग. प्राकृत पैंगल. एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिका (चायना). सामवेद; छांदोग्योपनिषद्; काण्वसंहिता; केनोपनिषद्. ज्ञानकोश विभाग २ रा—वेदविद्या. सामवेदाचीं आठ ब्राह्मणें. आर्षेय ब्राह्मणास डॉ. बर्नेलची प्रस्तावना. भट्टभास्कर. आर्षेयदीपिका. आर्चिक पद-

पाठ; ऋक्तंत्र; अवग्रहदशक; शिक्षा; स्वरमात्रालक्षण; निदान--नैगेय--सूत्र; सामगानां छंद; पुष्पसूत्र; सामतंत्र; पंचविध-प्रस्ताव-प्रतिहार-निधन-सूत्र;स्वरपरिभाषा; धारणलक्षण.भरतस्वामी—सामवेदविवरण.शोभाकरभट्ट-सामवेदारण्यक-विवरण. कात्यायन—लाट्यायन—द्राह्यायण श्रौतसूत्रें.शवरस्वामी-जैमिनिसूत्रभाष्य. रे. पॉपले—म्यूझिक ऑफ इंडिया. शार्ङ्गदेव—संगीतरत्नाकर. केसरी. (३,९,१२). भरताचार्य--नाट्यशास्त्र. क्लेमेंट्स—इंट्रोडक्शन टु दि स्टडी ऑफ इंडियन म्यूझिक.जयदेव—गीतगोविंद.सर एडविन अर्नोल्ड —दि इंडियन सॉंग ऑफ सॉंग्ज. लोचन—रागतरंगिणी. पुंडरीक विठ्ठलाचे ग्रंथ. षड्रागचंद्रोदय, रागमाला, रागमंजरी आणि नर्तननिर्णय. रामअमात्य—स्वरमेलकलानिधि. सोमनाथपंडित— रागविबोध. वेंकटमखी—चतुर्दंडीप्रकाशिका. दामोदरमिश्र–संगीतदर्पण. अहोबल—संगीतपरिजात. शौरींद्र मोहन ठाकूर यांचे संगीतग्रंथ. तंजावरचा राजा—संगीतसारामृतम्.महंमद रेझा––नागमत–ई–असफी. जयपूर दरबार—संगीतसार. कृष्णानंद व्यास—संगीतरागकल्पद्रुम. भातखंडे–हिंदुस्थानी संगीतपद्धति. चतुरपंडित (भातखंडे)—लक्ष्यसंगीत. ऑरिस्टॉटल—पॉलिटिक्स. ब्रॉक हाऊसचा ज्ञानकोश].

प्रकरण ६ वें.

वेदविद्या व तदुत्तरशास्त्रें–भाषाशास्त्रें, निरुक्त, व्याकरण व मीमांसा

(पृ. १९३–२२६)

वेदविद्येपैकीं पूर्वी विवेचिलेलीं वेदांगें जीं सामसंगीत,छंदःशास्त्र, कल्प व शिक्षा,त्यानंतर महत्त्वाचा भाग म्हणजे भाषाशास्त्र असून त्यामध्यें निरुक्त, व्याकरण व सहा दर्शनांपैकीं पूर्व मीमांसा या सर्वांचा समावेश केला आहे; पृ. १९३—भारतीयांचा व्याकरणशास्त्रावरील अभ्यास अत्यंत पूर्णतेस पोहोंचलेला आहे, व भाषाविज्ञानाचा विकास तैत्तिरीय संहितेपासून थोडाबहुत प्रातिशाख्य ब्राह्मणादि ग्रंथांत शोधतां येतो; पृ. १९३–१९४—यास्काचें निरुक्त, त्याचा काल व स्वरूप; पृ. १९४–१९५—पाणिनीची अत्यंत नीटनेटकी व संक्षिप्त स्वरूपाची अष्टाध्यायी ही व्याकरणशास्त्राची पूर्णावस्था दर्शवितेः ऐंद्रसंप्रदाय हा पाणिनीच्या मागाहूनचा होयः पाणिनीचा काल व अष्टाध्यायींतील प्रक्षिप्त भाग; पृ १९५–१९६ --कात्यायनाची अष्टाध्यायीवरील टीकाः पतंजलीचें महाभाष्य व त्याचा काल; पृ. १९६—मध्यंतरींच्या काळांत प्राकृत भाषांची वाढ चाललेली दिसतेः पुनः दोनतीन शतकांनंतर चंद्रगोमिनूपासून संस्कृत परंपरा सुरू होतेः चंद्रगोमिन् याचें व्याकरण, जयादित्य व वामन यांची काशिका, भर्तृहरीचा वाक्यपदीय ग्रंथ व कैयटाचा प्रदीप मिळून पाणिनिसंप्रदायाच्या दुसऱ्या कालखंडाची अखेर होते; पृ. १९७—अष्टाध्यायीवरील विवरणग्रंथःभट्टोजी दीक्षिताची सिद्धांतकौमुदी व तिचे सारग्रंथः धातुपाठ, गणपाठ, लिंगानुसार, उणादिपाठ, परिभाषेवरील ग्रंथः एकंदर पाणिनीय संप्रदायाच्या इतिहासाचें सिंहावलोकन; पृ. १९८–१९९—चांद्रसंप्रदाय, चंद्रगोमिन्चा काळ व त्याच्या ग्रंथाचें स्वरूपः चांद्रसंप्रदायांतील उपग्रंथांचा अफाट विस्तार असला तरी त्याच्या ऱ्हासाचें कारण या संप्रदायाचें बौद्ध सांप्रदायिक स्वरूप हें होय; पृ. २००—चांद्रसंप्रदायाचे तिबेटाकडे प्रचारांत असलेले ग्रंथः चांद्रसंप्रदायाचा विशेष प्रसार तिबेट व सिंहलद्वीप यांमध्यें झाला; पृ. २००–२०१—जैनेंद्र व्याकरणाचा कर्ता देवनंदी हा असून तो शके ६५१च्या सुमारास होऊन गेलाः जैनेंद्र व्याकरण अत्यंत कमी दर्जाचें दिसतें, जैनेंद्र संप्रदायाचें वाङ्मय म्हणजे अभयनंदी व सोमदेव यांच्या दोन टीका होत; पृ. २०२–२०३—शाकटायनसंप्रदायः–हा शाकटायन जैन असून यास अभिनव शाकटायन म्हणतातः त्याचे शब्दानुशासन व अमोघवृत्ति हे दोन ग्रंथ आहेत; पृ. २०३–२०५––शाकटायनाच्या संप्रदायांतील ग्रंथ; पृ. २०६—हेमचंद्राचें शब्दानुशासन व त्याचा संप्रदायः हेमचंद्राच्या ग्रंथावरील टीका, उपटीका वगैरेः हेमचंद्रसंप्रदायाच्या ऱ्हासाचीं कारणें पूर्वींचींच आहेत; पृ. २०७–२०८—स्वतंत्र व्याकरणाच्या शाखाः कातंत्र शाखा व तिचा प्रस्थापक शर्ववर्मा यांची परंपरागत हकीकतः कातंत्र सूत्रपाठांतील प्रक्षिप्त भाग व या व्याकरणाचें स्वरूप; पृ. २०८—कातंत्र शाखेचा इतिहासः दुर्गसिंह व त्याची वृत्तिः तिजवरील उपटीकाः कातंत्राचे उपग्रंथ, कातंत्रशाखेचा बंगालमधील इतिहास; पृ. २०९—सारस्वतशाखेची सुरुवात इ. स. १२५० च्या सुमारास झाली असून हिचा संस्थापक नरेंद्राचार्य हा असावा; पृ. २१०—अनुभूतिस्वरूपाचार्यांची सारस्वतप्रक्रिया, तिचे टीकाकार, इतर स्वतंत्र ग्रंथः सारस्वत व्याकरणाचे उपग्रंथः इतिहासाचें सिंहावलोकन; पृ. २११—बोपदेवाचा संप्रदायः मुग्धबोधाचा हेतु व या संप्रदायाचा उत्तरेतिहास; पृ. २११—जौमरशाखा, तिचा प्रवर्तक क्रमादीश्वर याच्या ग्रंथाचें स्वरूप व त्यावरील टीकाः सौपद्म शाखा, तिचें वैशिष्ट्य, सौपद्म व्याकरणावरील टीका व उपग्रंथ; पृ. २१२—अर्वाचीन व्याकरणसंप्रदायांतील लहान लहान चोपडींः भाषाशास्त्रें म्हणजे व्याकरण व निरुक्त या बाबतींत भारतीयांच्या विद्येइतकी प्रगति प्राचीन जगांत दुसऱ्या कोठें झाली नाहीं; पृ. २१३—भाषाशास्त्राचा यूरोपांत अभ्यास ग्रीक व रोमन काळांत थोडाबहुत झाला होता, पण तौलनिक भाषाशास्त्राची उत्पत्ति अर्वाचीन आहे; पृ. २१४––यूरोपांतील भाषाशास्त्रविषयक मतभेद स्वरूपविषयक व नाममूलक आहेतः व अलेक्झांड्रियनपासून अर्वाचीन कालापर्यंतचा विकास सुसंगत आहे; पृ. २१४–२१५—मराठींतील भाषाशास्त्रविषयक प्रयत्न अगदीं अपुरे आहेतः भाषाशास्त्राच्या ऐतिहासिक अभ्यासाच्या दृष्टीनें राजवाडे यांचे ग्रंथ महत्त्वाचे आहेत; पृ. २१५—मीमांसाः भारतीयांची

मीमांसा वाक्यमूलक तर्कशास्त्राची अत्यंत परिणतावस्था दाखविते; पृ. २१६—विधि व त्यास साहाय्यभूत सहा प्रमाणें: श्रुति, लिंग, वाक्य, प्रकरण, स्थान व समाख्या; पृ. २१७–२१९—प्रयोगविधि व क्रमनिर्णयाचीं सहा प्रमाणें: श्रुति, अर्थ, पठन, स्थान, मुख्य व प्रवृत्ति; पृ. २१९–२२१—अधिकारविधि; पृ. २२१–२२२—कर्मस्मरणास मंत्राची जरूरी: विधीचे तीन प्रकार (१) अपूर्व,(२) नियम व (३) परिसंख्याविधि; नामधेय व नामधेयत्व येण्याचीं चार कारणें; पृ. २२२–२२४—निषेध, पर्युदास व प्रतिषेध, उपक्रमविरोध, विकल्पप्रसक्ति; पृ. २२४–२२५—अर्थवादवाक्यें व त्यांचे प्रकार: तर्कशास्त्र व भाषाशास्त्र यांच्या संबंधाची यथार्थ कल्पना जैमिनिमीमांसाशास्त्रावरून येणार आहे; पृ. २२५–२२६.

[संदर्भ ग्रंथ.—बेलवलकर—सिस्टिम्स ऑफ संस्कृत ग्रामर. ऋग्वेद. तैत्तिरीय संहिता. निरुक्त, अष्टाध्यायी, काशिका, कैयट, महाभाष्य. बोपदेव—मुग्धबोध. कथासरित्सागर. इंडियन अँटिक्वरी पु. १२,१४,१६,२५,४३–४५. प्रो. पाठक यांचा भांडारकर इन्स्टिटयूटपुढें व्याकरणावर वाचलेला (जुलै१९२२)निबंध.रा.राजवाडे यांचा व्याकरणावरील निबंध. वाजसनेयिप्रातिशाख्य;कात्यायन वार्तिकें.ज. ए. सो. बंगाल, पु. ८. चंद्रगोमिन्चें व्याकरण. भट्टोजी दीक्षित—प्रौढमनोरमा. लिबिश याचें चंद्रव्याकरण.भर्तृहरि-वाक्यपदीय. सर्वदर्शनसंग्रह. रूपमाला. सिद्धांतकौमुदी, प्रक्रियाकौमुदी,मध्यम लघुसिद्धांत–कौमुदी. क्षीरस्वामी—धातुवृत्ति. सायणाचार्य—माधवीयवृत्ति. गणरत्नमहोदधि. ऑफ्रेक्ट-कॅटलॉगस कॅटलॉगोरम. नागेश—परिभाषेंदुशेखर. कोंडभट—वैय्याकरणसिद्धांतभूषण. चांद्रसंप्रदायाचे तिबेटकडे प्रचारांत असलेले ग्रंथ. जैनेंद्रव्याकरण. चिंतामणीची प्रशस्ति. कर्नाटक शब्दानुशासन. गणरत्नमहोदधि. अमोघवृत्ति; बृहद्वृत्ति. काशिकावर न्यास (डेक्कन कॉलेज हस्तलिखित). शाकटायनाचें शब्दानुशासन; त्यावरील टीका. बुहलर—युवेर डास लेबेन डेस जैन मॉंचेस. हेमचंद्र—प्रक्रियासंग्रह. हेमचंद्र—शब्दानुशासन व टीका. गुणरत्नसूरि—क्रियारत्नसमुच्चय. वेबर—हिस्टरी ऑफ इंडियन लिटरेचर. जोगराज—पदप्रकरणसंगति. दुर्गसिंहाची निरुक्तावरील टीका. बोपदेव—काव्यकामधेनु. सारस्वतप्रक्रिया व त्यावरील टीका. कल्याणसरस्वती—लघुचंद्रिका, लघुसारस्वत. बोपदेव—कविकल्पद्रुम. कोलब्रूक—ग्रामर ऑफ संस्कृत लँग्वेज. प्रबोधचंद्रिका, भोजव्याकरण, भावसिंहप्रकाश, दीपव्याकरण, कारिकावलि, बालावबोध इ. व्याकरण ग्रंथ. ज्ञानकोश विभाग ३ रा.—बुद्धपूर्व जग. रा. राजवाडे—संस्कृत भाषेचा उलगडा. ज्ञानकोश विभाग १ ला—हिंदुस्थान आणि जग. शालापत्रक. कॅरेचें मराठी व्याकरण (इंग्रजी). दादोबा पांडुरंग यांचें मराठी व्याकरण. कृष्णशास्त्री गोडबोले यांचें मराठी व्याकरण. रामभाऊ जोशी यांचें मराठी व्याकरण. मोरोपंत दामले—शास्त्रीय मराठी व्याकरण. राजवाडे यांचें ज्ञानेश्वरीचें व्याकरण, सुबंत विचार,प्राचीप्रभामासिकांतील लेख. जैमिनिसूत्रें.]

प्रकरण ७ वें.

विज्ञानेतिहासांत राष्ट्रश्रेय व कालश्रेय

(पृ. २२६—२८६).

राष्ट्राची किंवा संस्कृतीची कामगिरी: ज्ञानाचा विकास व प्रत्येक कालाचें ज्ञान या गोष्टी स्पष्टपणें डोळ्यासमोर येण्याकरितां एकंदर जगांतील प्राचीन संस्कृतीचें वैज्ञानिक स्थूलस्वरूप दिलें पाहिजे; पृ. २२६—प्राचीन इजिप्तपासून अर्वाचीन यूरोपपर्यंतच्या संस्कृतिविकासाच्या सात पायऱ्या आहेत; पृ. २२७—मिसरदेशीय प्राचीन अवशेषांवरील चित्रलिपि वाचली गेल्यामुळें त्या देशच्या ख्रिस्तपूर्व ४५०० पर्यंतच्या सुसंगत इतिहासाची व गणित, बांधकाम वगैरे गोष्टींसंबंधीं प्राचीन ज्ञानाची कल्पना करतां येते; पृ. २२७–२३०—याच सुमारास आशियाखंडांत भरभराटीस आलेल्या बाबिलोनी व असुर राष्ट्रांच्या शास्त्रीय ज्ञानाचें स्वरूप तेथील प्राचीन लिखिणांवरून ज्यास्त स्पष्ट होतें;पृ. २३०—२३१—बाबिलोनच्या शास्त्रीय ज्ञानासंबंधीं प्राचीन व अर्वाचीन पंडितांच्या कल्पनांमध्यें एकवाक्यता नाहीं; २३१–२३३—ग्रीसच्या शास्त्रीय ज्ञानाचा आरंभ ख्रि. पू. ५८५ मध्यें थेल्सनें केलेल्या ग्रहणाच्या भविष्यापासून होतो; पृ. २३३–२३४—थेल्स हा ग्रीसमधील सात पंडितांपैकीं एक जोतिषशास्त्रज्ञ असून त्याच्या भूमितिज्ञानावर प्राच्य ज्ञानाचा परिणाम झाल्याचें दिसतें: त्याचा अनुयायी अनॅक्झिमेंडर हाहि विद्वान पंडित होता; पृ. २३४–२३५—इटालींतील प्राचीन ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांचा पायथॅगोरस हा अग्रणी होय; पृ.२३५—पृथ्वीचें गोलत्व व इतर कित्येक शोध यांवरून तो दक्षप्रमाण पंडित होता हें सिद्ध होतें; पृ. २३६–२३७—पायथॅगोरसचीं इतर मतें विविधशास्त्रीय आहेत; पृ. २३७—झनॉफानेझ हा पहिला भूस्तरशास्त्रज्ञ असावा;पृ.२३७—२३८—झनॉफानेझ याच्या पार्मिनिडेझ नामक शिष्याच्या शास्त्रीय कल्पनांत गूढ कविकल्पनांची भेसळ दिसते; पृ. २३८—सुप्रसिद्ध इटालियन ग्रीक पंडित एंपेडोक्लेझ याच्या विकासवादविषयक व इतर शास्त्रकल्पना बऱ्याच श्रेष्ठ दर्जाच्या आहेत; पृ. २३९–२४०—ख्रि. पू. ५०० च्या सुमारास इराणी सैन्यावर ग्रीकांस जय मिळाल्यामुळें या विघटित लोकांचें ग्रीकसाम्राज्य बनून शास्त्रीयज्ञानवर्धनास याचा उपयोग झाला; पृ. २४०—त्या वेळचा सुप्रसिद्ध विद्वान् ॲनॅक्सॅगोरस याचीं जोतिर्विषयक वरींच मतें उपलब्ध आहेत; पृ. २४१—ॲनॅक्सॅगोरसचीं जोतिर्विषयक मतें, त्याचा बुद्धिप्रामाण्यवादाच्या तत्त्वावर सृष्टिचमत्काराचा कार्यकारणभाव पहाण्याचा प्रयत्न, त्याची केंद्रोत्सारकशक्तीविषयीं कल्पना, त्याची शशिकलांची उपपत्ति, चंद्र गोलाकृति आहे ही कल्पना, पृथ्वीच्या आकृतीसंबंधीं समजूत, आकाशगंगेसंबंधीं उपपत्ति, त्याचें वायुस्थितिशास्त्रासंबंधीं ज्ञान, त्याची प्राणिशास्त्रविषयक अनुमानें, त्याचे भौतिक घटनेसंबंधीं विचार, त्याच्या परमाणुवादविषयक व

तेजोमेघवादविषयक कल्पना इत्यादि गोष्टींवरून त्याची अफाट कल्पकता दिसून येते; पृ. २४२--२४६—ल्युसिपसः त्याचा शिष्य डिमॉक्रिटस ह्याच परमाणुवादाचा मूळ जनक होय; पृ. २४६--२४७—आजच्या परमाणुवादाची समाप्ति एकतत्त्ववादांत होऊं पहात आहे; पृ. २४७--२४८—ॲनॅक्सॅगोरस व डिमॉक्रिटस यांपैकीं खरा चिकित्सक शास्त्रज्ञ ॲनॅक्सगोरस ह्याच असून दुसरा किंचित् धर्मभोळा होता; पृ. २४९—आतांपर्यंतचे शास्त्रज्ञ व साक्रेटीसपासूनचे विद्वान् यांमध्यें एक फरक असा दिसतो कीं, पहिले सर्व प्रकारच्या शास्त्रांत विचार करतांना दिसतात, परंतु साक्रेटीस वगैरेंनीं आपलें संशोधन एका विशिष्ट शास्त्रशाखेकडे वळविलें; पृ. २५०—साक्रेटीस, प्लेटो, आरिस्टॉटल;पृ. २५०–२५१--आरिस्टॉटलच्या सृष्टिविज्ञानविषयक ग्रंथावरून त्याचें प्राणिशास्त्रविषयक संशोधन व पृथ्वीचें गोलत्व इत्यादि शास्त्रीय सिद्धान्त स्पष्टपणें नजरेस येतात; पृ. २५२--२५३—आरिस्टॉटल याचा एक शिष्य थिओफ्रॅस्टस यानें वनस्पतिशास्त्राचा पाया घातला; पृ.२५३—अथेन्स शहरामागून अलेक्झांड्रिया नगर हें ग्रीक वाबिलोनी संस्कृतीचें केंद्र बनलें व कालांतरानें दुसरींहि नगरें केंद्रस्थानें बनलीं; पृ. २५४--२५५—तथापि बाबिलोनखेरीज करून दुसऱ्या कोणत्याहि शहरापेक्षां अलेक्झांड्रियानें विद्वत्तेचें वैभव ज्यास्त काळ उपभोगिलें असल्यामुळें या काळास अलेक्झांड्रियन काल हेंच अभिधान सार्थ आहे; पृ. २५५—युक्लिड यानें ख्रि. पू. ३०० च्या सुमारास भूमितिशास्त्राची स्थापना केली व हिरॉफिलस व एरासिस्ट्रेटस यांनीं शारीरशास्त्रांत शोध लाविले; प.२५५-२५६—हेराक्लायडीझचें वैद्यकशास्त्रांतील ज्ञान; पृ. २५६—२५७—आर्किमीडीझ यानें गणितशास्त्र, यंत्रशास्त्र वगैरे बाबतींत विनमोल कामगिरी करून शास्त्रांचें व्यवहारोपयोगित्व पटवून दिलें; पृ. २५७--२५९—याच्या शोधांपैकीं संयुक्त कप्पीसंबंधीं शोध, तरफेचा शोध, तरणशीलतेसंबंधाचा नियम व इतर अनेक गोष्टी, यांवरून त्याची कीर्ति विज्ञानेतिहासांत चिरस्थायी झाली आहे; पृ. २६०--२६२—टिसिबियस ह्या अलेक्झांड्रियांतील सुप्रसिद्ध यांत्रिक असून त्याचा शिष्य हीरो याच्या ग्रंथांतील अणुवाद, हवेच्या दावाचा चमत्कार, वाफेचें यंत्र, तीर्थयंत्र इत्यादि गोष्टींवरून प्राचीन कालांतील शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीची कल्पना होते; पृ. २६२--२६६—रोमनवर्चस्वाच्या आरंभापासून नवविचारप्रसूति बंद होऊन नुसतें शास्त्रीय ज्ञानाचें एकत्रीकरण करण्याची क्रिया सुरू झाली; पृ. २६६--२६७—या संक्रमणकालांतील पहिला विद्वान् स्ट्रेबो ह्या भूगोलशास्त्रज्ञ असून त्याच्या भुगोलग्रंथांत बरोबर व चुकीच्या शास्त्रीय कल्पनांचें मजेदार मिश्रण सांपडतें;पृ.२६७–२६९-प्लिनीचा सृष्टिविज्ञानावरील ग्रंथ बहुमोल असून त्यावरून शास्त्रीयज्ञानाचा प्रसार कसा होत गेला याची कल्पना येते; पृ. २६९–२७१—या ग्रीकरोमन काळांतील शास्त्रीयज्ञानाचा आढावा घेतला असतां सृष्टिरचनाशास्त्रें, जीवशास्त्रें, भौतिकशास्त्रें इत्यादि बहुतेक अर्वाचीन शास्त्रांची प्रस्थापना, निदान पूर्वतयारी तरी या कालांत झालेली दिसते; पृ. २७१–२७२—या वेळच्या परिस्थितीवरून एक सिद्धान्त असा निघतो कीं उच्च दर्जाच्या संस्कृतींतील मानववंशांचा एकमेकांत वर्णसंकर झाल्यानें अत्युत्तम बौद्धिक उन्नतीचें फल मिळतें; पृ. २७३—ग्रीकरोमन कालानंतरच्या प्रगतिशून्यतेच्या अनेक कारणांपैकीं एक कारण रोमन काळाच्या अखेरीस झालेला रानटी जातींचा संकर हें होय, या मिश्र जातींच्या लोकभ्रमांचा शास्त्रविकासास पुष्कळ विरोध झाला; पृ.२७३–या वेळीं ग्रीक व रोमन समाजांतील भोळेपणा व खोटे शास्त्रसिद्धान्त यांचा बदललेल्या परिस्थितीमुळें विकास होऊन त्यांतूनच मध्ययुगांतील विद्वत्तेचें धर्मगुरूंत केंद्रीभवन इत्यादि शास्त्रप्रगतिविरोधक प्रकार उत्पन्न झालेले दिसतात; पृ. २७४–२७६–या काळांतील प्राचीन ग्रंथांचें संरक्षण अरबांमार्फतच झालें आहे; पृ. २७६–२७७–ग्रीकांच्या मानानें अरबांमध्यें चिकित्सक बुद्धीचा अभाव असला तरी त्यांपैकीं कांहीं शास्त्रज्ञांनीं ज्योतिष, गणित व वैद्यक या शास्त्रांत बगदाद, कार्डोव्हा इत्यादि विद्याकेंद्रस्थानांमध्यें अनेक शोध लाविले; पृ. २७७–२७८--अल्हाझेन, गीबर, अबदुल लतीफ यांनीं अनुक्रमें ज्योतिष, रसायन व शारीरशास्त्रांमध्यें लाविलेले शोध;पृ.२७८–२७९–अरबांचें वैद्यकशास्त्र सांप्रदायिक बंधनांपासून अलिप्त होतें; त्यामध्यें होनैन बिन आयझॅक, र्‍हेझीस, हालिआबास व वैद्यराज ॲव्हिसेन्ना हे पौरस्त्य अरब व अलबुकासिस, आवेन्झोआर इत्यादि पाश्चात्य सुप्रसिद्ध वैद्य व कैरो येथील मनसुरि रुग्णालयासारखीं अनेक रुग्णालयें झालीं; पृ. २८०–२८१–या काळांत पाश्चात्य वैद्यक कसेंबसें जिवंत असून मध्ययुगांतील अंधःकारांतून प्राचीन ज्ञानाला पलीकडे नेण्याचें कार्य बिझॅन्शिअम संस्कृतीनें केलें; पृ. २८१–तेराव्या शतकांत वैद्यकास निराळीच दिशा लागली; या वेळीं व्हिल्लानोव्हाचा अरनॉल्ड, अबानोचा पीटर, बोलोन्याचा मँडिनो व चॉलिॲकचा गाय हे वैद्य होऊन गेले; युरोपांत अवयवच्छेदनाचा उपक्रम करण्यांत आला; पृ. २८२–२८३–पंधराव्या शतकांतील मुद्रणकलेच्या शोधामुळें वैद्यकाच्या पुनरुज्जीवनास मदत झाली; शास्त्रीय ज्ञानाच्या पुनरुज्जीवनास रॉजर बेकन या सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञाच्या हस्तें सुरुवात झाली; पृ.२८३–२८५–लिओनार्डो डा व्हिन्सि या शास्त्रज्ञानें पृथ्वीची गति, बाष्पयंत्र, ध्वनिशास्त्र, भूस्तरशास्त्र या बाबतींत पुष्कळ निरीक्षण केलेलें दिसतें; पृ. २८५–२८६–मध्ययुगाची समाप्ति कोलंबसच्या जलपर्यटनानें होते; पृ. २८६.

[सं द र्भ ग्रं थ--ज्ञानकोश विभाग३रा बुद्धपूर्वजग–फिलेमॉब हॉलंड–डायोडोरसच्या ग्रंथाचें इंग्रजी भाषांतर. जॉर्ज एस्. गुडस्पीड–हिस्टरी ऑफ दि बाबिलोनियन्स अँड ॲसिरियन्स.जॉर्ज रॉलिन्सन–ग्रेट ओरिएंटल मॉनर्कीज. हेनरी स्मिथ विल्यम्स–हिस्टरी ऑफ सायन्स,भाग१ व २. हिरोडोटस. आर्थर फेअर बँक–फर्स्ट फिलॉसॉफर्स ऑफ ग्रीस. डायोजिनेझ लेअर्शिअस–

दि लाइव्ह्ज अँड ओपीनियन्स ऑफ एमिनंट फिलॉसॉफर्स, यंग-चें भाषांतर. हेनरी रिटर--हिस्टरी ऑफ एन्शंट फिलॉसॉफी, मॉरिसननें केलेलें भाषांतर. जॉर्ज हेनरी लुईचें वरील विषया-वरचें पुस्तक. थिओडोर गॉंपेझ--ग्रीक थिंकर्स. आरिस्टॉटल्स ट्रिटाइज ऑन रेस्पिरेशन. थिओफ्रॅस्टस--नॅचरल हिस्टरी ऑफ डेव्हलपमेंट. टेटर्युलिअन्स अपॉलॉजेटिकस. दि जिऑग्रफी ऑफ स्ट्रेबो याचें भाषांतर. प्लिनी--नॅचरल हिस्टरी. दि हिस्टोरियन्स हिस्टरी ऑफ दि वर्ल्ड. युजीन मून्ट्झ--लिओनार्डो डा व्हिन्सी आर्टिस्ट, थिंकर अँड मॅन ऑफ सायन्स. विदिंग्टन--मेडि-कल हिस्टरी फ्रॉम दि अर्लिएस्ट टाइम्स. प्लुटार्क्स लाइव्हज.]

प्रकरण ८ वें.

ज्योतिषशास्त्राचा इतिहास (पृ. २८६-३७४).

ज्योतिषशास्त्राचे अभ्यासदृष्टीनें (१) ज्योतिर्विषयक गणितशास्त्र व (२) ज्योतिर्विषयक अवलोकनशास्त्र असे दोन भाग करण्यांत येतात;पृ.२८६--प्राचीन ज्योतिर्ज्ञान वेदविद्येशीं संलग्न झालें आहे; पृ. २८७--भारतीय व पाश्चात्य ज्योतिर्ज्ञानप्रगतींचें तुलनादर्शक कोष्टक; पृ. २८८-२९०--इ. स. १५०० नंतरचा तुलनात्मक इतिहास द्यावयाचा म्हणजे एकीकडे खुंटलेलें शास्त्र तर दुसरीकडे वाढतें शास्त्र असा देतां येईल; पृ. २९०--भारतीय ज्योतिष : जगाची उत्पत्ति, पृथ्वीसंस्थिति. एकंदर विश्वांत पृथ्वीचें सानत्व, सर्व भुवनास सूर्याचा आधार, पृथ्वीचा गोलाकार व आधारहीनता इत्यादि गोष्टींचे स्पष्ट अगर अस्पष्ट उल्लेख संहिता, ब्राह्मणें, उपनिषदें इ. ग्रंथांतून मिळतात; पृ. २९१-२९२--वैदिक कालमानः वैदिक महिने चांद्र, परंतु वर्ष सौर असून,अयनें दोन जरा निराळ्या प्रकारचीं, व ऋतू सहा किंवा क्वचित् पांच किंवा तीन होते असें दिसतें; पृ.२९२--हल्लींच्या माससंज्ञा, तिथी, वारांचीं नांवें आणि घटी व पळें हीं दिनमानें यांचा मंत्रब्राह्मणकालीं प्रचार दिसत नाहीं; पृ. २९३-२९४--सत्तावीस नक्षत्रें, सप्तर्षीसारखे तारे, ग्रहगें, नवग्रहांपैकीं कांहींचे स्पष्ट व कांहींचे अस्पष्ट उल्लेख, शरद् हेमंत इत्यादि ऋतू वगैरेवरून वेदकालीं ज्योतिष-शास्त्र हें स्वतंत्र शास्त्र बनलें होतें असें दिसतें; पृ. २९४-२९५--वेदांगकालीन ऋग्वेदज्योतिष, यजुर्वेदज्योतिष व अथर्ववेदज्योतिष हीं तीन ज्योतिषें सध्यां प्रसिद्ध असून त्यांतील पहिलीं दोन बरींच प्राचीन व शेवटचें त्या मानानें अर्वाचीन आहे. त्यामागून कल्पसूत्रें, स्मृतिग्रंथ, महाभारत इत्यादि ग्रंथांच्या रचनाकालीं ज्योतिषाचा स्वतंत्रपणें पुष्कळ विकास झाला; पृ. २९५-२९६--वेदांगकालाच्या अंतीं विकास पाव-लल्या भारतीयांच्या ज्योतिर्ज्ञानाचा आढावा घेतला तर ग्रह-स्पष्टगतींचें गणित व जातक यांचें बीज त्या काळीं उत्पन्न झालें होतें असें दिसतें; पृ. २९७--वेदांगज्योतिषकाल व ज्योतिषसिद्धान्तकाल यांच्या दरम्यानचे ग्रंथ उपलब्ध नाहींत, परंतु पांचव्या शतकांतील वराहमिहिरानें आपल्या पंचसिद्धा-न्तिकेंत दिलेली पौलिश, रोमक, वासिष्ठ, सौर व पैतामह या प्राचीन सिद्धान्तांचीं मतें मात्र पहावयास मिळतात; पृ. २९७-३००--सोमसिद्धान्ताखेरीज बाकीचे वर्तमानसि-द्धान्त म्हणजे सूर्य, वासिष्ठ, रोमश व ब्रह्मसिद्धान्त हे नांवानें प्राचीनांपैकीं परंतु स्वरूपानें भिन्न आहेत; पृ. ३००--सिद्धा-न्तांचा काल काढण्याची वेंटलेची रीत सदोष आहे: वर्तमान-सूर्यादि पंचसिद्धान्तांपैकीं सोम, रोमक व वासिष्ठ हे ब्रह्म-गुप्तापूर्वीचे व सूर्यसिद्धान्त लाटकृत असावा; पृ. ३००-३०१--वर्तमान सूर्यसिद्धान्तावर अनेक टीका झाल्या असून त्याचा प्रसार कोंकण, कर्नाटक, तैलंगण कनोज,काशी, दिल्ली इत्यादि ठिकाणीं झाला होता; पृ. ३०२--पौरुष ज्योतिषग्रंथांत आर्यभटाचा आर्यसिद्धान्त हा पहिला ग्रंथ असून आर्यपक्षाचा प्रसार, तामीळ, मल्याळी, कर्नाटक, म्हैसूर, मलबार इत्यादि प्रांतांत आहे; पृ. ३०३--आर्यभटाची अक्षरांकपरिभाषा, भगणादि मानें, युगपद्धति, वर्षमान, पृथ्वी अक्षाभोंवतीं फिरते हें मत, त्याचा करणग्रंथ, या सर्वांचा विचार करतां दृक्प्रत्ययासंबंधीं व स्वतंत्र शोधांच्या बाबतीं-तील त्याची योग्यता दिसून येते; पृ. ३०४--भारतीय भग-णादि मानांची यूरोपीय मानांशीं तुलना करतां भारतीय सिद्धान्तकारांनीं उच्चपातांची स्थिति स्वतंत्रपणें काढली हें सिद्ध होतें; पृ. ३०४-३०५--वराहमिहिरानें आपले बृह-ज्जातक, लघुजातक व बृहत्संहिता वगैरे ग्रंथ शक४२७ च्या सुमारास रचले असून त्यांवर भटोत्पलाची टीका आहे; पृ.३०५--यानंतरच्या काळांत वर्तमान रोमक सिद्धा-न्तकार श्रीषेण व वर्तमान वसिष्ठसिद्धान्तकार विष्णुचंद्र हे झाले असून त्यानंतर शक ५२० च्या सुमारास ब्रह्मगुप्तानें ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त व खंडखाद्य हे दोन ग्रंथ लिहिले; पृ. ३०६-३०७--यापुढील करणकमलमार्तंड, करणकुतू-हल, महादेवीसारिणी, खेटकसिद्धि व चंद्रार्की हे ग्रंथ ब्रह्म-सिद्धान्ततुल्य असून भास्कराचार्यकृत सिद्धान्तशिरोमणि हाहि ब्रह्मसिद्धान्तानुयायीच ग्रंथ आहे; पृ. ३०७--लल्ल, त्याचे ग्रंथ व त्यांचा प्रसार; पृ. ३०८--शालिवाहन शकाच्या ७ व्या शतकाच्या शेवटीं हिंदु ज्योतिषशास्त्राचा मुसुलमान लोकांत प्रसार झाला: लल्लापासून द्वितीय आर्यभटापर्यंत मुंजाल वगैरे बरेच ज्योतिषी झाले: दुसऱ्या आर्यभटानंतर पृथूदकस्वामी, भटोत्पल व दुसरे कांहीं ज्योतिषी होऊन गेले; पृ.३०९--यानंतरच्या काळांतील श्रीपति व वरुण यांचे ग्रंथ, भोजराजकृत राजमृगांक व दशबलराजकृत करणकमल-मार्तण्ड हे ग्रंथ सुप्रसिद्ध आहेत; पृ. ३१०--आर्यपक्षाचा पहिला उपलब्ध स्वतंत्र ग्रंथ करणप्रकाश हा असून त्या-मागून शतानंदानें भास्वतकिरण ग्रंथांत राश्यात्मक ग्रहगति-स्थिति देण्याचा उपक्रम केला; पृ. ३११--शके १०७२त भास्कराचार्यांनें आपला सुप्रसिद्ध सिद्धान्तशिरोमणि ग्रंथ लिहिला: करणकुतूहल नांवाचा त्याचा दुसराहि एक ग्रंथ प्रसिद्ध आहे: यावर अनेक टीकाग्रंथ झाले आहेत;

पृ. ३११—३१२—यानंतर दुसरे अनेक ग्रंथकार होऊन गेले, त्यांमध्यें गणेशदैवज्ञाचा पिता केशव हा चांगला वेध घेणारा ज्योतिषी होता; पृ. ३१३—केशवाचा मुलगा गणेशदैवज्ञ याचे ग्रहलाघव, लघुतिथिचिंतामाणि वगैरे ग्रंथ सर्वमान्य झाले याचें कारण त्यांची तत्कालीन दृक्प्रत्ययता होय; पृ.३१४—गणेशदैवज्ञानंतर सुप्रसिद्ध असा स्वतंत्र बुद्धीचा एक देखील ज्योतिषी झाला नाहीं, टीकोपटीकाकार मात्र अनेक झाले; पृ. ३१५—३१७—भारतीय ज्योतिष ग्रंथांचें स्वरूपः भारतीय ज्योतिषाचे गणित, संहिता व होरा किंवा जातक असे निरनिराळे स्कंध मानले असून त्यांपैकी गणितास सिद्धान्त म्हणतात व त्यामध्यें सामान्यतः (१) मध्यमाधिकार, (२) स्पष्टाधिकार, (३) त्रिप्रश्नाधिकार, (४) चंद्रग्रहण, (५) सूर्यग्रहण, (६) छायाधिकार, (७) उदयास्त, (८) शृंगोन्नति, (९) ग्रहयुति, (१०) भग्रहयुति व (११) महापात असे अकरा अधिकार असतात; पृ.३१७—३१९—एकंदर विश्वसंस्थेच्या मध्यभागीं पृथ्वी निराधार आहे व ग्रहनक्षत्रास प्रवहनामक वायूनें गति प्राप्त होते असें कांहीं ग्रंथांत सांगितलें असून शिवाय प्राचीन पद्धतीचें भूवर्णन, पृथ्वीचा व्यास व पृथ्वीचें चंद्रापासून अंतर व पृथ्वीपासून ग्रहांचीं अंतरें इत्यादि गोष्टीहि दिलेल्या आढळतात; पृ. ३१९—३२०—अयनचलनाचें ज्ञान शक ५०० च्या सुमारास आपणांस झालें; पृ. ३२०—३२१—निरनिराळ्या ग्रंथांतील उद्दालक, कश्यप इत्यादि नांवांच्या धूमकेतूंवरून व अनेक यंत्रांच्या उल्लेखांवरून व वेधशालांवरून भारतीयांचें वेधज्ञान स्वतंत्र होतें ही गोष्ट व्यक्त होते; पृ. ३२१—मिसरदेशीय ज्योतिर्ज्ञानःप्राचीन मिसरी लोकांचा वर्षारंभ कर्कसंक्रांतीच्या दिवशीं नाइल नदीच्या आत्यंतिक पुराच्या दिवशीं होत असे, त्यांच्यामध्यें जलवृद्धिकाल, पेरणीकाल व हंगामकाल हे चारचार महिन्यांचे तीन ऋतू मानण्यांत येत; पृ. ३२२—लुब्धक तारा केव्हां उगवतो हें पाहूनहि त्याचा वर्षारंभदिन ठरविण्याकडे उपयोग करण्यांत आला होता; मिसरी लोकांनीं नक्षत्रज्ञान करून घेतलें होतें; त्यांच्या विश्वोत्पत्ति व विश्वरचना यांसंबंधीं कल्पना बऱ्याच प्राथमिक अवस्थेंतील होत्या; पृ. ३२३—३२४—मिसरी माणसाचें सर्व ज्ञान दृक्प्रमाण होतें; त्यांच्या शुभाशुभदिनकल्पना फार हास्यास्पद होत्या; पृ. ३२४—३२५—बाबिलोनी जोतिर्ज्ञानः बाबिलोनी जोतिर्ज्ञान मिसरी ज्ञानाइतकेंच विकास पावलेलें होतें, परंतु बाबिलोनी कालमापन चांद्र असून मिसरी सौर होतें; पृ.३२५—बाबिलोनी महिने चांद्र व वर्षारंभ वसंतसंपाताच्या सुमारास होत असे; त्यांचें फलज्योतिष प्राचीन आहे; पृ. ३२६—बाबिलोनमध्यें कस्वु नामक दोन तासांचें कालप्रमाण व कांहीं कालदर्शक यंत्रें प्रचारांत होतीं, परंतु त्यांच्या विश्वरचनेसंबंधीं कल्पना अत्यंत प्राथमिक स्वरूपाच्या दिसतात; पृ. ३२७—ग्रीकांचें ज्योतिर्ज्ञानः पूर्वकालीन थेल्स, पायथॅगोरस, ॲनॅक्सॅगोरस इत्यादि प्राचीन विद्वान् व आरिस्टार्कससारखे उत्तरकालीन ज्योतिर्विद यांमध्यें मुख्य फरक म्हटला म्हणजे पहिले तत्त्वज्ञानी होते व दुसरे केवळ ज्योतिःशास्त्राभ्यासक होते; पृ. ३२७—आरिस्टार्कस हा आर्किमीडीझचा समकालीन असून त्यानें सूर्य हाच ग्रहमालेचें केंद्र आहे ही गोष्ट साधार सिद्ध केली; पृ. ३२८—३३१—याच सुमाराचा एरॅटॉस्थिनीझ हा एक सुप्रसिद्ध जोतिषशास्त्रज्ञ व भूगोलशास्त्रज्ञ होऊन गेलाः क्रांतिवृत्ताच्या तिर्यक्त्वाचें ज्ञान भूगोलपरिघमापन, इत्यादि गोष्टींबद्दल त्याची प्रसिद्धि आहे; पृ. ३३१—३३४—यानंतर हिप्पार्कस नांवाच्या प्रयोगैकतत्पर गणितशास्त्रज्ञानें सूर्य भूमध्यरेषेच्या एका बाजूपेक्षां दुसऱ्या बाजूस अधिक काळ राहतो हें शोधून काढून सूर्याची केन्द्रच्युति हें त्याचें कारण ठरविलें; पृ. ३३४—३३५—त्यानें आरिस्टार्कसच्या सूर्यकेंद्रक सिद्धान्तास पाठिंबा दिला नाहीं तरी त्यानें काढलेलें वर्षाचें मान व चंद्राचें अंतर, त्याचा खगोलाचा नकाशा, त्याचा संपातबिंदूच्या चलनाचा शोध व त्यानें घडवून आणलेला त्रिकोणमितीचा उदय इत्यादि गोष्टींवरून तो मोठा संशोधक होता असें दिसतें; पृ. ३३५—३३७—टॉलेमी हा प्राचीन काळांतील शेवटला मोठा ज्योतिषी असून त्याचा अल्माजेस्ट ग्रंथ व अपचक्रांची कल्पना व भूगोलशास्त्रावरील आठ पुस्तकें सुप्रसिद्ध आहेत; पृ. ३३७—३३९—टॉलेमीपासून कोपर्निकसपर्यंतच्या कालांत अ‍ॅलबाटेग्निअस व लिओनार्डो डा व्हिन्सि हे दोनच काय ते नांव घेण्यासारखे ज्योतिर्विद झाले; पृ. ३३९—अर्वाचीन ज्योतिर्ज्ञानः निकोलस कोपर्निकस हाच अर्वाचीन सूर्यकेंद्रसिद्धांताचा पहिला पुरस्कर्ता होय; पृ. ३३९—३४२—टायको ब्राही यानें हा सिद्धांत नाकारला, तरी त्याचें वेधकौशल्य बरेंच प्रगतिदर्शक आहे; पृ. ३४२—३४३—यानंतर केप्लर नामक जो ज्योतिर्विद होऊन गेला त्याचें वेधकौशल्य व विवेचनकौशल्य अप्रतिम होतें; ग्रेगरीची पंचांगसुधारणा; पृ.३४३—केप्लरनें ग्रहकक्षांची आकृति व ग्रहांची गति, अंतर व प्रदक्षिणाकाल यांमधील संबंध यांविषयीं तीन महत्त्वाचे नियम शोधून काढले; पृ. ३४४—केप्लरच्या मतांचा पुरस्कर्ता गॅलिलीओ गॅलिली यानें दुर्बिणीच्या शोधानें ज्योतिषज्ञानांत महत्त्वाची भर घातली; पृ. ३४५—गॅलिलीओच्या नवीन शोधांमुळें त्यास छळ सोसावा लागला; पृ. ३४६—यानंतर सर आयझॅक न्यूटन यानें गुरुत्वाकर्षणाचा महत्त्वाचा शोध लावून त्यावरून, या विश्वांतील द्रव्याचा प्रत्येक कण दुसऱ्या कणास आकर्षण करीत असतो व ही दोन्हीं कणांतील आकर्षणशक्ति त्यांच्या द्रव्याशीं सम प्रमाणांत व त्यांच्यामधील अंतराशीं व्यस्त प्रमाणांत असते, हा मुख्य सिद्धांत प्रयोगांनीं व गणितानें सिद्ध केला; न्यूटन व हर्शेल यांच्या दरम्यान हेवेलियस, हॅले, ब्राडले, वगैरे कांहीं प्रसिद्ध ज्योतिषी झाले; पृ. ३५१—३५२—विल्यम हर्शेल या हॅनोव्हेरियन गायनशिक्षकानें एक नवीन मोठी दुर्बीण तयार करून तिच्या साहाय्यानें घेतलेल्या वेधांनें प्रजापति नामक ग्रहाचा शोध लाविला व एकंदर विश्वसं-

त्येच्या अफाट विस्ताराची लोकांस खरी कल्पना आणून दिली; पृ. ३५२-३५३-आजच्या प्रसिद्ध तेजोमेघमताचा आद्य-विवरणकार इमॅन्युएल कांट हा असून याचा क्रिटिक ऑफ प्युअर रीझन हा ग्रंथ सुप्रसिद्ध आहे; पृ. ३५३—लाप्लासनें कांटच्या तेजोमेघ उपपत्तींत सुधारणा केली; पृ. ३५३-३५४—याच सुमारास गुरु आणि मंगळ यांच्या अफाट अंतरांत कांहीं लघुग्रह सांपडले व वरुण ग्रहाचा शोध लागून शनीची कडीं उल्काकणसंघ आहेत, पृथ्वीची अक्षभ्रमणगति दिवसानुदिवस कमी होत आहे वगैरे गोष्टींचें ज्ञान झालें; पृ. ३५५—धूमकेतू या असामान्य ज्योती नसून त्याहि सृष्टिनियमबद्ध आहेत अशी खात्री होऊन त्यांच्या पुच्छाची बरोबर घटना समजली; पृ. ३५७—लघुप्रदक्षिणाकाल असलेल्या सुमारें वीस धूमकेतूंचा शोध लागला व बीलाच्या धूमकेतूच्या अभ्यासावरून धूमकेतूपासून उल्का कशा उत्पन्न होतात तें कळलें; पृ. ३५७-३५८—स्थिर तारकांसहि परस्पर सापेक्ष गति असते व गुरुत्वाकर्षणाचे नियम सूर्यमालेप्रमाणेंच तारकायुग्मांस व तारकागुच्छांसहि लागू आहेत असें कळून आलें; पृ. ३५८-३५९-विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्राच्या शोधानें महत्त्वाचीं बहुतेक रासायनिक द्रव्यें सूर्यांत आणि इतर ताऱ्यांमध्यें वायुरूपानें आहेत हें दृष्टोत्पत्तीस आलें; पृ. ३५९-अनेक निष्प्रभ तारांची संक्रमणमार्गीय अंतरें, सापेक्ष घनता, परिभ्रमणगति इत्यादि शोध लावण्यांत या विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्राचा बराच उपयोग झाला; पृ. ३५९—लॉकिअर आपली विश्वोत्पत्तीविषयीं उल्कामूलत्वप्रतिपादक उपपत्ति पुढें मांडतो; पृ. ३६०—लॉकिअरच्या सौर रसायनशास्त्रविषयक तीन उपपत्तीः (१) सूर्यावरील डागांच्या कमीजास्त प्रमाणांचा पृथ्वीच्या हवामानाशीं कार्यकारणसंबंध आहे, (२) नाक्षत्रिक कुलांतील सर्व तारे उल्कांप्रमाणेंच भिन्न भिन्न कालीं एका तेजोगोलांतून उत्पन्न झाले व (३) सध्यांचीं सर्व मूलद्रव्यें हीं मिश्रद्रव्येंच असून आत्यंतिक उष्णमानांत त्यांचें मूलद्रव्यांत पृथक्करण होईल; पृ. ३६०-३६१—अलीकडील संशोधनांतील मुख्य गोष्टी म्हणजे १९२४ आगस्टच्या सुमारास मंगळ पृथ्वीच्या अत्यंत जवळ येणार असल्यामुळें त्या वेळीं त्याचा वेध घेण्याकरितां प्रयत्न चालू आहेत, यूरोपीय कॅलेंडरची सुधारणा घाटत आहे, १९२० सालीं सुमारें ३९ लघुग्रह सांपडले आहेत; पृ. ३६१—पंचांगसंशोधनः—सांप्रतचीं सर्व प्रांतांतील पंचांगें गणेशदेवज्ञकृत ग्रहलाघवानुसार केलेलीं असून तीं सौर, ब्राह्म व आर्ष या तीन पक्षांचीं असल्यामुळें त्यांत थोडाबहुत फरक पडतो; पृ. ३६२-३६३-नवीन दृक्प्रत्ययद पंचांगें; ३६३-३६४—निरनिराळ्या पंचांगांतील अयनांश भिन्न आहेतः यासंबंधीं सायन निरयन मानाच्या ग्राह्याग्राह्यतेचा (१) तार्किकदृष्ट्या, (२) ऐतिहासिक दृष्ट्या, (३) धर्मशास्त्रदृष्ट्या व (४) व्यावहारिकदृष्ट्या विचार केला असतां सायनमानच ग्राह्य आहे; पृ. ३६५-३६८—छत्रे, केतकर यांनीं केलेले पंचांगसुधारणेचे प्रयत्न वैयक्तिक स्वरूपाचे असून सामुदायिक स्वरूपाच्या प्रयत्नास मुंबईच्या शके १८२६ सालच्या ज्योतिषसंमेलनापासून सुरुवात झाली, व सांगलीच्या ज्योतिषसंमेलनांत ठरल्याप्रमाणें नवीन करणग्रंथ तयार होऊन शके १८४३ पासून त्या ग्रंथानुसार नवीन पंचांगें होऊं लागलीं; पृ. ३६८-३६९—फलज्योतिषः हें ज्योतिःशास्त्राचें पूर्वस्वरूप असून त्याचा प्रसार सांप्रतच्या सुधारणायुगांतहि आहे; वराहमिहिराच्या वेळीं फलज्योतिषाचा अंतर्भाव संहितास्कंधामध्यें करण्यांत येत असून त्यावर संस्कृतमध्यें पुष्कळ ग्रंथ आहेत; पृ. ३७०-३७१—जन्मलग्नीं असलेल्या ग्रहांपासून कायकाय सुखदुःखादि होतील याचा विचार जातकस्कंधांत असून त्यावर पाराशरी, भृगुसंहिता इत्यादि अनेक सुप्रसिद्ध ग्रंथ आहेत; पृ. ३७२—याखेरीज रमल, ताजिक ह्या ज्योतिषाच्या पोटशाखा आहेत; पृ. ३७२-पाश्चात्त्य फलज्योतिष हें कदाचित् ज्योतिःशास्त्राचें अपत्य म्हणतां येईलः मध्ययुगांत या फलज्योतिषास यूरोपमध्यें फार तेजी होती, परंतु जसजशी भौतिक शास्त्रांची वाढ होऊं लागली तसतसें या शास्त्राचें महत्त्व कमी होऊं लागलें; पृ. ३७२—३७४.

[संदर्भग्रंथ.—ज्ञानकोश विभाग २ रा—वेदविद्या. तै. सं.; तै. ब्रा.; ऋ. सं.; तै. उ.; अथर्व सं.; ऐ. ब्रा.; शत. ब्रा.; तां. ब्रा.; गो. ब्रा.; वा. सं.; निरुक्त; आश्वलायनादि सूत्रें; पाणिनीय व्याकरण; स्मृती. शं. बा. दीक्षित—भारतीय ज्योतिःशास्त्र. ऋग्वेद-यजुर्वेद-अथर्ववेद ज्योतिषः—दीक्षित, प्रो. थीबो, कृष्णशास्त्री गोडबोले, बा. ज. मोडक यांचीं भाषांतरें. महाभारत. वराहमिहिर—पंचसिद्धांतिका. भटोत्पल—बृहत्संहितटीका. महादेव—रत्नमालाटीका. हेनरी स्मिथ विल्यम्स—हिस्टरी ऑफ सायन्स, विभाग १, २, ३ व ५. ब्रह्मगुप्ताचे ग्रंथ. वसिष्ठ—रोमक—सूर्य—सोमसिद्धांत. सूर्य सि. विव्हि. इंडिका अमेरिकन ओरिएंटल सोसायटीज जर्नल ६. अलबेरुणी-इंडिका याचें साचोकृत भाषांतर. आर्यभटीय. लीलावती व टीका. गणेशदैवज्ञ—लघु व बृहत्चिंतामणी. झीजमहंमद. एशियाटिक रिसर्चेस. आरिस्टार्कस—साइझ अँड डिस्टन्स ऑफ दि सन अँड दि मून. टॉलेमीचा अल्माजेस्ट. कांट—क्रिटिक ऑफ प्युअर रीझन. लाप्लास—मेकॅनिक्स सिलेस्ची. हर्शेल—ऑन दि प्रॉपर मोशन ऑफ दि सोलर सिस्टिम. हर्शेल—कॉन्स्टिट्यूशन ऑफ दि हेवन्स. रॅथमन—हिस्टरी ऑफ अॅस्ट्रॉनॉमी. कांट—कॉस्मॉगॉनी. जे. क्लार्क मॅक्सवेल—सायंटिफिक पेपर्स. करणकुतूहल. मकरंद—ग्रहलाघव व तिथिचिंतामणि. भृगुसंहिता, जैमिनिसूत्र. पाराशरी. लूमिस—हिस्टरी ऑफ अॅस्ट्रॉनॉमी, न्यूयार्क १८५५. लॉकिअर—डॉन ऑफ अॅस्ट्रॉनॉमी, लंडन १८३४. रॉथमन—हिस्टरी ऑफ अॅस्ट्रॉनॉमी, लंडन, न्यूयार्क १८४४. बेरी आर्थर—ए शॉर्ट हिस्टरी ऑफ अॅस्ट्रॉनॉमी, १८९९. वराहसंहिता; बृहज्जातक व लघुजातक. चिदंबरम् अय्यर—दि हिंदू झोडिआक. मीन-

राजजातक. रमलचिंतामणि; रमलामृत. ताजिक ग्रंथ. जॉन इमाल्झ—ॲस्ट्रॉलॉजी व्हिंडिकेटेट. लिली—दि स्टारी मेसेंजर. जॉर्ज व्हार्टन--ॲन अस्ट्रॉलॉजिकल जजमेंट अपॉन हिज मॅजेस्टीज प्रेझेंट मार्च बिगन फ्रॉम ऑक्सफर्ड, मे ७, १६४५. रोबॅक--मिस्टरीज ऑफ ॲस्ट्रॉलॉजी. जॉर्ज फोर्बस--हिस्टरी ऑफ ॲस्ट्रॉनॉमी.]

प्रकरण ९ वें.

वैद्यक-भारतीय व पाश्चात्त्य (पृ. ३७४-४४६).

ज्योतिषाप्रमाणें वैद्यकशास्त्रहि अतिप्राचीन असून त्याचा जन्म मनुष्येतिहासाबरोबर झाला, आजचें सुधारलेलें पाश्चात्त्य वैद्यक हें भारतीय वैद्यकापासूनच अरबी वैद्यकाच्या द्वारें विकास पावलें; पृ. ३७४—आजचें मराठी किंवा दुसऱ्या अर्वाचीन भाषांतील वाङ्मय पाश्चात्त्य व भारतीय या दोन्ही पद्धतींचें संग्राहक आहे, व या दृष्टीनें आनंदाश्रम, निर्णयसागर, व्यंकटेश्वर इत्यादि छापखान्यांची कामगिरी महत्त्वाची आहे; पृ. ३७४-३७५—एकोणिसाव्या व अठराव्या शतकांतील आतंकतिमिरभास्कर, आयुर्वेदप्रकाश, योगतरंगिणी, भैषज्यरत्नावली, राजवल्लभीयद्रव्यगुण, प्रयोगामृत, वैद्यामृत व खबोधः १७व्या शतकांतील वैद्यविलास, वैद्यरहस्य, चिकित्सारत्नावली, वृत्तरत्नावली, योगसंग्रह, योगरत्नाकर, व वैद्यजीवन आणि १६ व्या शतकांतील भावप्रकाश, गुणरत्नमाला, आयुर्वेदसौख्य योगचिंतामणि व वैद्यकसारसंग्रह हे मुख्य मुख्य ग्रंथ होत; पृ. ३७५-३७६- मध्ययुगांतील उत्तरकालांत धातूंचीं रसायनें देण्याची फार चाल असून त्यांमध्यें पाऱ्यास महत्त्व असेः या कालांतील रसरत्नसमुच्चय, रसप्रदीप, रत्नप्रदीप, रसामृत, रसेंद्रचिंतामणि वगैरे प्रसिद्ध ग्रंथ आहेत; पृ. ३७६—याच काळांत नाडीपरीक्षेचे विवेचक त्याचप्रमाणें सन्निपातज्वरासारखे रोग, बालचिकित्सा, नेत्ररोग, विष, कुष्ट, कावीळ वगैरेसंबंधीं चर्चा करणारे बोपदेवकृत शतश्लोक, मोमहणविलास, ज्वरतिमिरभास्कर, ज्ञानभास्कर, वीरसिंहावलोक, चिकित्साकलिका इत्यादि ग्रंथ झाले; पृ. ३७७-वैद्यकांतील प्रमुख ग्रंथ वंगसेनाचा चिकित्सासारसंग्रह, चक्रधराचा चिकित्सासारसंग्रह, सिद्धयोग, माधवनिदान, आत्रेय-हारीत हे असून, वाग्भट, सुश्रुत व चरक हे तर आर्यवैद्यकाचे तीन आधारस्तंभच आहेत; पृ. ३७७-३७९—आयुर्वेदाचा आरंभ ब्रह्मयापासून दाखविणारीं अनेक कथानकें असून आयुर्वेद वाङ्मयांत औषधें तयार करण्याविषयींचे धतंन्वरिनिघंटु, राजनिघंटु, मदनपालनिघंटु इत्यादि कोशग्रंथ सुप्रसिद्ध आहेतः पशुवैद्यकावर व वृक्षायुर्वेदावरहि कांहीं थोडे ग्रंथ उपलब्ध आहेत; पृ. ३७९—३८०—बॉवरच्या मध्यआशियांतील हस्तलेखांनें भारतीय वैद्यकाच्या इतिहासांत हें महत्त्व आहे कीं, त्यांवरून हिंदुवैद्यक इ. स. च्या ४ थ्या ५ व्या शतकांत अस्तित्वांत असल्याचें सिद्ध होतें; पृ. ३८१—वैदिक वैद्यक व वेदोत्तरकालीन वैद्यक यांमधील संस्कार, आरोग्य, गर्भविज्ञान, शारीर, पुनर्जन्मतत्त्व या बाबींतील साम्यावरून वैद्यकाची परंपरा अत्रुटित राहिली हें सिद्ध होतें; पृ. ३८१—३८२—तिबेट, सिंहलद्वीप, ब्रह्मदेश, इराण, अरबस्थान व ग्रीकदेश इत्यादि देशांतील वैद्यकावर भारतीय वैद्यकाचा वराच परिणाम झालेला दिसतो, परंतु शस्त्रक्रियेंत बहुधा ग्रीकांचेंच भारतीयांवर वर्चस्व असावें; पृ. ३८२-३८३—वैद्यकशास्त्रीय ग्रंथांमध्यें गुरुशिष्यांतील आवश्यक गुण, वैद्याची योग्यता व धंदा, रोगनिदान, साध्यासाध्यविचार इत्यादि गोष्टी असून यांतील औषधांचें (१) रसायनें, (२) वाजीकरणें असे दोन मुख्य भेद आहेत; पृ. ३८३-३८४-औषधींचे रसविषयक गुण स्वादु, अम्ल, लवण, तिक्त, कटु व कषाय हे सांगितले असून, (१) वमन, (२) विरेचन, (३) बस्ति, (४) तैलबस्ति व (५) नस्य हीं शरीरशुध्यर्थ पंचकर्मे सांगितलीं आहेतः औषधींचे उपयोग, स्वरूप, संख्या, प्रमाण यांबद्दलहि बरेंच विवेचन आहेः पारा आणि अफू यांची औषधांत योजना करण्याची कल्पना अरबस्थानांतून आली; पृ. ३८४-आयुर्वेदांतील शस्त्रवैद्यकाचे शल्यतंत्र व शालाक्यतंत्र हे दोन विभाग असून शस्त्रक्रियेचे छेदनादि आठ प्रकार आहेत; शस्त्रक्रियेच्या उपकरणांचे यंत्रें व शस्त्रें असे दोन प्रकार असून त्यांचे पोटप्रकारहि आहेतः क्षार, डाग, जळवा यांची अनुशस्त्रांत गणना होते; पृ. ३८५—याशिवाय शरीरपुष्टि, दिनचर्या वगैरे गोष्टींचें विवेचन वैद्यक ग्रंथांत असून एकंदर आर्यवैद्यकाची तात्त्विक दृष्ट्या उभारणी कफवातपित्तात्मक त्रिदोषांवर झाली असल्याचें मानलें आहे; शरीराचे रसादि सात प्रमुख शारीरघटक मानले आहेत; पृ. ३८५-३८६—आर्यवैद्यकाच्या शारीरशाखेमध्यें मानवशरीरांतील हाडें, सांधे, रक्तवाहिन्या, स्नायू इत्यादिकांचें वर्णन असून त्यांनीं मूळांत सांख्यांची प्रक्रिया स्वीकारली आहे व रोगनिदान त्रिदोषपद्धतीवर केलें आहे; पृ. ३८६-३८७—मिसरदेशीय वैद्यकः मिसरदेशांतील जादूटोणा व मंत्रतंत्र यांपासून औषधिज्ञानाचा विकास झाला; त्यांचें शारीरज्ञान शव जतन करून ठेवण्याच्या प्रथातापासून उद्भूत झालेंः त्यांस नाडीयुक्त काळजासंबंधीं अंधुकशी कल्पना आलेली दिसते; पृ. ३८८-३८९—बाबिलोनी व असुरी वैद्यकः प्राचीन बाबिलोनी व असुरी लिखाणांत मंत्रतंत्र व जादूटोणा आणि इतर खुळ्या समजुती ह्यांचाच भरणा फार आहे, तरी ख्रि. पू. २३०० च्या सुमारास होऊन गेलेल्या खामुरबी राजाच्या उपलब्ध झालेल्या कायदेकानूंवरून बाबिलोनी लोकांचें शस्त्रक्रियाज्ञान बरेंच होतें असें दिसतें; पृ. ३८९-३९१—ग्रीक वैद्यकः अतिप्राचीन ग्रीक वैद्यक म्हणजे धर्मभोळेपणा, भूतपिशाचविद्या व गूढविद्या यांचें मिश्रण असून, वैद्यक विद्येची 'एस्कुलपिअस' म्हणून एक स्वतंत्र देवता असे; इसवीसनाच्या सहाव्या शतकाच्या सुमारास

ऑल्कमिऑन व डेमोसीडीझ हे दोन प्रसिद्ध वैद्य होऊन गेले; पृ. ३९१—३९२—यानंतर "वैद्यकशास्त्राचा जनक" हिपॉक्राटेझ यानें वैद्यक शास्त्रांतील वेडगळ समजुती काढून टाकून त्यास शास्त्रशुद्ध स्वरूप दिलें व रोगाची चिकित्सा लिहून ठेवण्याचा प्रघात पाडला; पृ. ३९२--३९४— रोमन-वैद्यकः रोमनकाली प्रथम प्रथम वैद्यक बऱ्याच निकृष्टावस्थेस पोहोंचलें, परंतु जूलिअस सीझरपासून वैद्याचा दर्जा वाढला, ग्रीकांच्या वैद्यकविषयक शोधांचा व्यवहारांत उपयोग करण्यांत येऊं लागला व लष्करी दवाखाने निघाले; पृ. ३९४--३९५—यानंतर गेलेन नांवाचा सुप्रसिद्ध विद्वान् झाला; पृ. ३९५—शस्त्रक्रियानैपुण्य, शरीरव्यवच्छेदनाचे प्रयोग, रुधिराभिसरणाचें ज्ञान, मज्जातंतू व स्नायू यांसंबंधीं यथार्थ ज्ञान वगैरे बाबतींत गेलेनची खरी योग्यता व विद्वत्ता दिसून येतेः कांहीं बाबतींतील त्याचीं मतें मात्र चुकीचीं होतीं; पृ. ३९५-३९८—गेलेननंतर वैद्यकशास्त्राची प्रगति अरबांनीं केली व या कालांत अबदुल लतीफ, व्हेझीस इत्यादि कांहीं चांगले वैद्य होऊन गेले; पृ. ३९८—अर्वाचीन वैद्यकः अर्वाचीन युगांतील पहिला वैद्यकशास्त्रज्ञ पॅरामेल्सस यानें वैद्यकशास्त्रेतिहासांतील महत्त्व एका विशिष्ट शोधांत नसून त्यानें पुराणसमजुतींवर घाला घातला यांत आहे; पृ.३९८—४००—यापुढील शतकांत चार्लस एटिएन व अँड्र्यूज व्हेसालिअस हे दोन प्रसिद्ध शरीरव्यवच्छेदक व युस्टेकिअस नामक शिरांतील पडद्यांच्या अस्तित्वाचा शोधक होऊन गेला; पृ. ४००-४०१--मायकेल सर्व्हीटस यानें शिरांत व धमन्यांत एकच प्रवाही द्रव्य असतें हा शोध लावला व त्याच्या मागून विल्यम हार्वे यानें शरीरामध्यें रुधिरप्रवाह दोन असून त्यांपैकीं एक काळजाकडे जातो व दुसरा काळजापासून निघतो वगैरे रुधिराभिसरणसंबंधीं कित्येक शोध लाविले; पृ. ४०१-४०३—मॉर्चेलो मालपिघि याच्या रुधिराभिसरणविषयक शोधानें या शाखेची परिसमाप्ति झाली; पृ. ४०३-४०४—सोळाव्या शतकामध्यें अँब्राइस पारे, पीटर फ्रँको, गास्पर टाग्लिया कोझी व फाब्रिशिअस व्हिल्डानीझ हे प्रसिद्ध शस्त्रवैद्य व दुसरेहि कांहीं इटालियन वैद्य होऊन गेले; पृ.४०४--४०-५—जॉन बाप्टिस्टा व्हॉन हेलमॉंट हा एक वैद्यक पद्धतीचा संस्थापक होऊन गेला, रसायनवैद्यकशाखा सिल्व्हिअस यानें व यांत्रिकवैद्यकशाखा इटालींतील बोरेली यानें स्थापन केली; पृ. ४०५—४०६—यानंतर टॉमस सिडेनहॅम व आधुनिक मज्जातंतुविज्ञानशास्त्राचा जनक अल्बेर्ट व्हॉन हेलर हे होऊन गेले; पृ. ४०६—४०७—बॅटिस्टा मॉर्गेग्नि, विल्यम हंटर, जॉन हंटर इत्यादि सुप्रसिद्ध वैद्यांनीं अठराव्या शतकांत अनेक नवीन शोध लावले; पृ. ४०७—४१२—यानंतर स्पॅलॅन्झेनी यानें पचनक्रियाविषयक उपपत्ति काढली व डॉ. प्रीस्टले वगैरेंनीं आपले श्वसनक्रियेसंबंधीं शोध लावले; पृ. ४१२—४१४—अठराव्या शतकाच्या अखेरीस एरॅस्मस डार्विन यानें वनस्पतिविषयक इंद्रियविज्ञान शास्त्रांतील बरेच शोध लाविले व एकंदर प्राणिशास्त्रविषयक माहितींत नूतन जलपर्यटनांमुळें पुष्कळ भर पडली; पृ. ४१४--४१६—यानंतर कूव्हिएनें प्राणिशास्त्रामध्यें सपृष्ठवंशी, मृदुशरीरी, पृथक्संधियुक्त व केंद्रोत्सर्जितेंद्रिय अशी नवीन वर्गीकरणपद्धति सुरू केली; पृ. ४१६--४१८—मराया फ्रॉंस्वा बिशाट यानें प्राणिशास्त्रामध्यें अवयवांचे (१) जीविसंस्थ (२) घटनासंस्थ असे दोन भेद केले व स्नायुमय, त्वचामय, मांसग्रंथिमय व वाहिनीमय असें शरीरघटकांचें चतुर्धा वर्गीकरण केलें; पृ.४१८—४२०—याच सुमारास लिस्टर, रॉबर्ट ब्राऊन, श्लाइडेन व श्वॉन या शास्त्रज्ञांनीं सूक्ष्मदर्शकांच्या साहाय्यानें प्राणी व वनस्पती यांच्या शरीरघटकधातूंची वाढ सारख्याच रीतीनें होते व या दोघांच्या घटकधातूंतील अंतिम घटक हे गोलक होत हे सिद्धान्त स्थापन केलेः उंगर, नागेली, कोलीकर, रिस्वार्ट व रॅमॅक इत्यादि शास्त्रज्ञांनीं या गोलकसिद्धान्तास विस्तृत व अखेरचें स्वरूप दिलें; पृ. ४२०--४२३.—यानंतर प्राणिविषयक रसायनशास्त्रामध्यें लीबिग व वोह्लर या दोन रसायनशास्त्रज्ञांच्या अनुयायांनीं पचनक्रियेसंबंधीं शोध लाविले व रक्तगोलक, स्नायू व ग्रंथी यांचें सूक्ष्म शोधन क्लॉड बर्नार्ड आदिकरून प्रमुख शास्त्रज्ञांनीं केलें; पृ. ४२३--४२६—या वेळच्या औषधिविज्ञानशास्त्रामध्यें हॉफमनची वैद्यकपद्धति, अनात्मपशुवादी, चैतन्यवादी व शरीरचित्-वादी इत्यादिकांच्या वैद्यकपद्धती, हॅह्नेमनची समचिकित्सापद्धती, इत्यादि पद्धती प्रचलित होत्या; पृ.४२६--४३०—अठराव्या शतकाच्या अखेरीस जेनर या विद्वानानें गोस्तनदेवी टोंचण्याची युक्ति काढली; पृ. ४३०--४३२—याच सुमारास नेपोलियन बोनापार्ट याचा वैद्य जीन निकोलस डी कॉर्व्हिसार्ट यानें अव्हेंब्रगरची छातीवर अल्पाघात करून पाहण्याची रोगपरीक्षापद्धति प्रचारांत आणली; पृ. ४३२--४३४—खरूज हा जंतुजन्य रोग आहे हा शोध लागल्यामुळें व खवडे नायटे, वगैरेंच्या रोगोत्पादक जंतूंच्या माहितीमुळें वैद्यकशास्त्रामध्यें निराळेंच कार्यक्षेत्र अस्तित्वांत आलें; पृ. ४३४—४३५—मध्यंतरीं डेव्ही या शास्त्रज्ञानें 'शस्त्रक्रियेच्या वेळीं नत्रस प्राणिद हुंगावयास दिलें तर दुःखसंवेदना होत नाहींत' या सिद्ध केलेल्या तत्त्वाचा डॉ. वेल्स यानें उपयोग केला; डॉ. मॉर्टन यानें ईथर व सर जे. वाय. सिंप्सन यानें क्लोरोफॉर्म यांचें ज्ञानशक्तिहरणसामर्थ्य संशोधल्यामुळें शस्त्रक्रिया वेदनाविरहित करणें शक्य झालें; पृ. ४३५--४३८—आंबण्याची किंवा नासण्याकुजण्याची क्रिया हवेवांचून जगणाऱ्या एका प्रकारच्या सूक्ष्म जंतूंच्या अस्तित्वामुळें होत असते या पाश्चूरच्या इ. स. १८३९मध्यें लावलेल्या शोधामुळें वैद्यकशास्त्रांत क्रांतीच झाली : फ्रेंच शास्त्रज्ञ डी व्हेन व जर्मन शास्त्रज्ञ डॉ. रॉबर्ट कॉक यांनीं सर्व संसर्गजन्य रोग विशिष्ट जातींच्या जंतूंपासून होतात हा सिद्धान्त निश्चित केला; पृ. ४३८--४४०—पाश्चूरच्या शोधाचा आधार घेऊन लवकरच लिस्टर, पाश्चूर, डॉ. रूक्स

इत्यादि प्रमुख वैद्यकशास्त्रज्ञांनीं रोगजंतुमारकपद्धतियुक्त शस्त्रक्रिया करण्याचे प्रयोग केले; पटकी, काळपुळी वगैरे संसर्गजन्यरोगांवर व श्वानदंश, घटसर्प वगैरेंवर रोगप्रतिबंधक लसी तयार केल्या; व रक्तजलोपचारपद्धति ही औषधिविज्ञानाचा परमविकास होय; पृ. ४४०--४४४--रोगजंतुशास्त्राच्या शोधामुळें रोगबीजान्तःक्षेपणपद्धतीची औषध्यन्तःक्षेपणपद्धतीची अपूर्व वाढ झाली आहे; वैद्यकाच्या साह्याप्यास विजेचे उपचार, आहारनियमन, वर्णजलोपचार, मानसोपचार इत्यादि नवीन पद्धती उत्पन्न होत आहेत; गेल्या महायुद्धामध्यें सजीव प्राण्याच्या शरीरांतील हाडें, नाक, कान, डोळा, गाल इत्यादि अवयव कृत्रिम बनवून चेहरा पूर्ववत् करण्याची मेलनकारी शस्त्रक्रिया यशस्वी झाली आहे; पृ. ४४४--४४५--वैद्यकाची भावी प्रगति रोगनाशापेक्षां आरोग्यसंरक्षणाच्या दृष्टीनेंच होणार; ज्याप्रमाणें वैद्यकशास्त्रास आजपर्यंत हजारों रोगांनां रामबाण औषधें शोधून काढणें शक्य झालें त्याप्रमाणें पुढें अबाधित आरोग्य राखून मनुष्यास दोनतीनशें वर्षें जगण्याची युक्ति साध्य करणें शक्य आहे असें म्हणणारा एखादा आशावादी शास्त्रज्ञ आढळतो; पृ. ४४५—४४६.

[संदर्भ ग्रंथ. — जॉली—मेडिसिन (जर्मनग्रंथ). विनोदलाल—आयुर्वेदविज्ञान. उमेशचंद्रगुप्त—वैद्यकशब्दसिंधु. के. बी. लाल सेनगुप्त—आयुर्वेदीय द्रव्याभिधान. के. के. प्रसन्नविट सरकार व भोलानाथ शर्मा यांचे ग्रंथ. गोडबोले—निघंटुरत्नाकर. दत्तराम चौबे—बृहन्निघंटुरत्नाकर. बाबु उमेशचंद्रदत्त—मटीरिआ मेडिका ऑफ दि हिंदूज.सर भगवतसिंगजीचा आर्यवैद्यकाचा संक्षिप्त इतिहास. सुश्रुत, चरक, वाग्भट, माधव, शार्ङ्गधर इत्यादि प्राचीन ग्रंथ. आर्यभिषक्, भिषग्विलास, आयुर्वेद इ. मासिकें. भावप्रकाश. वैद्यजीवन (लोलिंबराज), योगचिंतामणि, रस-प्रदीप, रसरत्नप्रदीप, रसामृत, रसेंद्रचिंतामणि इ. वंगसेन—चिकित्सासारसंग्रह.चक्रदत्ताचा याच नांवाचा ग्रंथ. सिद्धयोग, अष्टांगहृदय, आत्रेय हारीत.धन्वंतरिनिघंटु,मदनविनोद. त्रिमल्ल--पथ्यापथ्यनिघंटु. विश्वनाथसेन—पथ्यापथ्यविनिश्चय. क्षेमकुतूहल. भोजनकुतूहल. पंचरात्र. शालिहोत्र. हस्त्यायुर्वेद. वृक्षायुर्वेद. बावरचे हस्तलेख.ब्लूमफील्ड—अथर्ववेद. कॅलांड—(प्राचीन हिंदू जादुमंत्राचे विधी.—हेनरी स्मिथ विल्यम्स हिस्टरी ऑफ सायन्स पु.१,२,४. कौशिकसूत्र;अथर्ववेद.लौफेर्स--वेइट्राज झुर केन्टानिस डेर तिबेटिश्चेन मेडिसिन.अडाल्फ एर्मन--लाइफ इन एन्शन्ट इजिप्त. हिराडोटस.डायोडोरस. सॅम्युएल बर्च—रेकॉर्ड्स ऑफ दि पास्ट. हेनरि स्मिथ विल्यम्स--हिस्टोरिअन्स हिस्टरी ऑफ दि वर्ल्ड. विदिंग्टन—मेडिकल हिस्टरी फ्रॉम दि अर्लिएस्ट टाइम्स.जोहान हर्मन बास--हिस्टरी ऑफ मेडिसिन. जॉन डाल्टन—डॉक्ट्रिन्स ऑफ दि सर्क्युलेशन. बोरेली—ऑन दि मोटिव्ह ऑफ ॲनिमल्स. जेम्स कार्सन—एसेज ऑन डायजेशन. गणपुले—मानसोपचार, शास्त्र व पद्धति.. हंटर—ऑन दि डायजेशन ऑफ दि स्टमक आफ्टर डेथ.--डार्विन दि बोटॅनिक गार्डन.कुव्हिए—थिअरी ऑफ दि अर्थ. जेन्नर—ॲन इन्कायरी इंटू दि कॉजेस ॲंड इफेक्ट्स ऑफ दि व्हॅरिओली व्हॅक्सिनी.जेन्नर—ऑन दि इन्फ्लुअन्स ऑफ आर्टिफिशियल इरप्शान्स इन सर्टन डिसीझेस. लूइ-पाश्चर—स्टडीज ऑन फर्मेन्टेशन. डाल्टन--डॉक्ट्रिन्स ऑफ दि सर्क्युलेशन. दि वर्क्स ऑफ विल्यम हार्वे.]

प्रकरण १० वें.

चीनचा वैज्ञानिक इतिहास (पृ. ४४६-४५५).

एकोणिसाव्या शतकापर्यंत चीनमध्यें ज्ञानविकास अगदीं स्वतंत्रपणें होत गेला असल्यामुळें चीनच्या वैज्ञानिक इतिहासाचें स्वतंत्र प्रकरणांत विवेचन करणें योग्य आहे; चीनच्या सांस्कृतिक इतिहासाचे स्थूलदृष्ट्या प्रागैतिहासिक काल, अर्धामुर्धा ऐतिहासिक काल व प्राचीन ऐतिहासिक काल असे तीन कालविभाग पडतात; पृ. ४४६—४४७—या अत्यंत प्राचीन कालविभागांतहि चीनमध्यें ज्ञानाची वाढ राज्यकारभार, धर्म, कायदे, संगीतासारख्या कला व शास्त्रें, सामाजिक चालीरीती व सार्वत्रिक संस्था, व्यापारधंदा, करपद्धति वगैरे अनेक बाबतींत झाली होती; पृ ४४८—ख्रिस्तशकारंभाच्या सुमारास चीनमध्यें बौद्धधर्माचा प्रवेश झाला व त्यायोगें एकंदर शास्त्रें व वाङ्मय यांच्या वृद्धीस मदत झाली; पृ. ४४९—"कुचिन् तु शुचि चेंग" या नांवाच्या चिनी अवाढव्य ज्ञानकोशावरून चिनी ज्ञानसंचयाची व्यापक कल्पना करतां येते; पृ. ४५०--हा ज्ञानकोश एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिकाच्या ११ व्या आवृत्तीच्या तिप्पटचौपट मोठा असून यांतील अफाट माहितीचीं एकंदर ३२ सदरें व आकाश, पृथ्वी, मनुष्य, शास्त्र, वाङ्मय आणि राज्यव्यवस्था हे सहा मुख्य वर्ग आहेत; पृ. ४५० -४५२—या चिनी ज्ञानकोशाची वरील पोटसदरें कमीजास्त विस्ताराचीं असून यांपैकीं मोठ्या सदरांत चित्रें, नकाशे, आकृत्या, इतर ग्रंथांतील उतारे वगैरे असतात; या कोशामध्यें हिंदुस्थानांतील प्रमुख नगरें वगैरेंवर स्वतंत्र लेख असून त्यावरून चीनला हिंदुस्थानची त्या वेळीं किती माहिती होती हें दिसतें; पृ. ४५३—चीनच्या ज्ञानसंचयांतील परकीय अंश निराळा काढून दाखविण्याचें काम फार कठिण आहे तरी एक मत म्हणून ला कूपेरी या ग्रंथकाराच्या तत्संबंधीं मताचा स्वीकार करण्यास हरकत नाहीं; त्यानें दिलेली माहिती; पृ. ४५३—४५५.

[संदर्भ ग्रंथ – कनफ्यूशिअस-श्रु किंग (भाषांतर). ज्ञानकोश विभाग १ ला—हिंदुस्थान आणि जग. जाइल्स इन्डेक्स टु दि चायनीज एन्सायक्लोपीडिया. टेरिएन डी ला कूपेरी—वेस्टर्न ऑरिजिन ऑफ दि अर्ली चायनीज सिव्हिलिझेशन. थॉर्नटन—हिस्टरी ऑफ चायना.]

प्रकरण ११ वें.

रसायनशास्त्राचा इतिहास

(पृ. ४५५—५०६).

भारतीय रसायनशास्त्रः—आधुनिक पाश्चात्य रसायनशास्त्रापेक्षां प्राचीन भारतीय रसायनशास्त्राचें स्वरूप अगदीं भिन्न म्हणजे वैद्यकाची औषधिशाखा या प्रकारचें आहे; पृ.४५५—भारतीय रसायनशास्त्राच्या इतिहासांतील मुख्य मुद्देः प्राचीनांच्या रासायनिक क्रियांची कल्पना येण्याकरितां केवळ रसायणविषयकच नव्हे तर इतर विविध वैदिक, तांत्रिक, वैद्यकीय, शैव, बौद्ध इत्यादि वाङ्मय पाहिलें पाहिजे; पृ.४५६-४५७—रासायनिक क्रियांचें भारतीयांचें ज्ञान वेदविद्येइतकें प्राचीन असून बौद्धधर्मीय वर्चस्वामुळें या ज्ञानांत पुष्कळ भर पडलीः इ. स. १००० पासून रसायणशास्त्रावर स्वतंत्र ग्रंथरचना होऊं लागली; पृ. ४५७—धातूंच्या भस्मांखेरीज निरनिराळे क्षार, सेंद्रिय व खनिज अम्लें, अल्कोदविषें, कल्प, अंजनें, लेप, केशनाशक साबण, वगैरे अनेक रासायनिक वस्तू भारतीयांस ज्ञात होत्या; पृ. ४५८-४५९—लोह, जस्त, ताम्र इत्यादि निरनिराळ्या धातूंच्या संशोधनक्रिया, तसेंच मोरचूत, तुरटी, हिराकस व रसकापूर इत्यादि पदार्थ तयार करण्याच्या क्रिया प्राचीनांस माहीत होत्या; पृ.४५९-४६२—कज्जली,पर्पटीताम्र इत्यादि प्राचीन रसायणांचें आधुनिकरीत्या परीक्षण करतां ते बहुतेक प्रसंगीं संयुक्त पदार्थ आढळून आलेः हीं भस्में पक्कीं झालीं किंवा नाहींत हें ओळखण्याच्या निरनिराळ्या कसोट्या ठरल्या आहेत ; पृ. ४६२-४६४—अणु व परमाणु यांसंबंधीं भारतीयांस बरीच स्पष्ट कल्पना असून साधें मिश्रण, रासायनिक संयोग, पृथक्करण इत्यादि क्रिया त्यांनां परिचित होत्या असें दिसतें; पृ. ४६४—४६५—अनुमानप्रधान व प्रयोगप्रधान या दोन संशोधनपद्धतींपैकीं पहिलीचा प्राचीनांनीं बराच विकास केला असून, दुसरी म्हणजे प्रयोगप्रधान संशोधनपद्धति शुद्ध स्थितींत त्यांनां अपरिचित होतीः त्यांच्या संशोधनपद्धतीची थोडी कल्पना त्यांचीं विद्यापीठें, रसशाळा, प्रायोगिक उपकरणें, व रासायनिक द्रव्यांच्या कसोट्या यांच्या माहितीवरून येण्यासारखी आहे; पृ. ४६५-४६६—मध्ययुगाच्या अखेरपर्यंत पाश्चात्त्यांपेक्षां तत्कालीन भारतीयांसच रसायनशास्त्रविषयक ज्ञान अधिक होतें; पृ.४६७— प्राचीन पाश्चात्त्य रसायनशास्त्रः आधुनिक रसायनशास्त्रदृष्ट्या प्राचीन ग्रीकांच्या कल्पना चुकीच्या होत्याः आजच्या शास्त्रीय दृष्टीनें जरी किमयाविद्येस महत्त्व नाहीं तरी रसायनशास्त्राची वाढ होण्यास या अज्ञानमूलक शास्त्राचीच मदत झाली आहे; पृ. ४६७—किमयाशास्त्रांत कांहीं शास्त्रज्ञ प्रामाणिक व कांहीं तोतये असून शिक्षणेच्छूंसाठीं या शास्त्राचा एक अभ्यासक्रमहि ठरलेला असेः परिसाच्या स्वरूपासंबंधीं किमयागारांनीं बहुतेक मुग्धताच स्वीकारलेली आढळते; पृ. ४६८—४६९—किमयाशास्त्राचे संस्थापकांच्या नांवावरून पडलेले दोन संप्रदाय होतेः किमयागारांच्या लवाज्यांच्या आविष्करणांतूनच रसायनशास्त्र व प्राणिशास्त्र यांची आधुनिक वाढ झालेली दिसते; पृ. ४६९—४७०—क्षार, गंधक व पारा हीं तत्त्वें मानण्याऐवजीं ज्वलनशक्ति हें एकच तत्त्व मानणें ही आधुनिक रसायनशास्त्राच्या प्राणप्रतिष्ठेंतील पहिली पायरी होयः रॉबर्ट बॉइलच्या हवेवर लिहिलेल्या ग्रंथानें या उपपत्तीस जोर आलाः जॉर्ज अर्न्स्ट स्टॉल यानें ज्वलनतत्त्वविषयक सिद्धान्ताची स्थापना केलीः यानंतर स्टीफन हेल्सनें हवेच्या स्थितिस्थापकत्वाचा अभ्यास सुरू करून आधुनिक रसायनशास्त्राचा पाया घातला; पृ. ४७०—४७२—अर्वाचीन रसायनशास्त्रः हेल्सच्या दिशेनेंच संशोधन करणाऱ्या जोसेफ ब्लॅकच्या कर्वाम्लवायूच्या गुणधर्मसंशोधनामुळें रसायनशास्त्रज्ञांच्या वायूसंबंधीं कल्पनांत क्रांति घडून आली; पृ. ४७२—४७३—ब्लॅकचा शिष्य हेन्री कॅव्हेंडिश यानें पाणी व नत्राम्ल यांच्या घटकावयवांचा, व त्याच सुमारास जोसेफ प्रीस्टले यानें ज्वलनतत्त्वविरहित हवा उर्फ प्राणवायु याचा अत्यंत महत्त्वाचा शोध लाविला; पृ. ४७३—४७४—याच वेळीं स्वीडनमधील कार्ल विल्हेम स्वील या शास्त्रज्ञानें अगदीं स्वतंत्रपणें प्राणवायु, मंगलद्विप्राणिद, दुग्धाम्ल, डिकाम्ल, तुंगस्थाम्ल, स्निधशर्करा, जंबीराम्ल, रेवसाम्ल, काष्ठाम्ल, हरिताम्ल, वगैरेसंबंधीं शोध लावून सेंद्रियरसायनशास्त्राचा पाया घातला; पृ. ५७५—४७६—या शास्त्रसिद्धतेचा फायदा घेऊन लाव्हाझिए या फ्रेंच विद्वानानें एकंदर माहितीस आपल्या "रसायनशास्त्राचीं मूलतत्त्वें" या ग्रंथांत शास्त्रस्वरूप दिलेंः हिरा व कोळसा हे रासायनिक दृष्ट्या एकाच जातीचे आहेत असें दाखविलेंः व प्राचीन ज्वलनतत्त्वविषयक उपपत्ति खोटी ठरविली; पृ. ४७६—४७८—यानंतरचा सुप्रसिद्ध शोध डाल्टनचा परमाणुवाद हा असून परमाणुविषयक सिद्धांतास डॉ. वोलेस्टन याच्या गुणकप्रमाणाच्या नियमानें व जोसेफ लुई गाय लुझॅक नामक एका फ्रेंच शास्त्रज्ञाच्या संयोजक आकारमानाच्या नियमामुळें पुष्टि मिळाली पृ. ४७८—४८० बर्झेलियसच्या रासायनिक सारण्यांतील सुधारणेमुळें ड्युलॉंग व पेटिट यांचा परमाणूच्या विशिष्ठ उष्णतेसंबंधाचा व मिश्वरलिच याचा समाकृतिकत्वाचा या दोन नियमांचें अवगमन झालें; पृ. ४८०—४८१ याच सुमारास प्रो. हंफ्रे डेव्ही यानें विद्युत्प्रवाहानें मूलद्रव्य म्हणून वाटणाऱ्या पदार्थांचें रासायनिक पृथक्करण करून दाखविलें व मूलद्रव्यांच्या उत्पत्तीसंबंधीं भ्रामक कल्पना नाहींशा केल्याः बर्झेलियसचा शिष्य फ्रेडरिक वोहलर यानें मूत्रसत्त्व कृत्रिमरीत्या तयार केलेंः सेंद्रिय रसायनशास्त्र म्हणजे संयुक्तमूलकांचें रसायनशास्त्र होय अशी व्याख्या करण्यांत आली; पृ. ४८१—४८३—याच सुमारास बर्झेलियसच्या द्विमूलक सिद्धान्ताविरुद्ध ड्यूमासच्या संशोधनानें बळकट पुरावा पुढें आलाः या सिद्धान्ताच्या जागीं लॉरेंट व गेरहार्ट यांच्या प्रथ-

त्यांनें अणुविषयक कल्पना उभारण्यांत आली; पृ.४८३—फ्रँकलंडच्या ध्यानांत प्रथम मूल्यकत्वाची कल्पना येऊन रासायनिक पदार्थांच्या स्थिरास्थिरतेबद्दलची मीमांसा झाली: स्टेक्लेयर डेव्हिली यानें विश्लेषणाची कल्पना पुढें मांडली; पृ. ४८३—४८५—लीबिग व वाहेलर यांनीं असें दाखविलें कीं दोन पदार्थांची रासायनिक घटना सारखी असली तरी त्यांचे भौतिक गुणधर्म भिन्न असणें शक्य असतें; ४८५—परमाणूच्या गुणधर्मांचें अव्ययत्व सिद्ध करणारे प्रयोग चालले असतांच परमाणुभारांकांच्या नियतान्तरतेवरून प्रौटनें सर्व मूलद्रव्यांचे परमाणू उज्ज या एकाच मूलद्रव्याच्या परमाणूच्या निरनिराळ्या संख्येचे वनले असावेत असा आपला तर्क पुढें मांडला; पृ. ४८६—अष्टकांच्या नियमाचें अवगमन, व विच्छिन्नकिरणदर्शकासंबंधीं शोध व प्रकाशलेखनकला यांमुळें मूलद्रव्याच्या संशोधनास वरीच मदत झाली: लॉकिअरच्या सौर-रसायनशास्त्रविषयक संशोधनानें प्रौटच्या उपपत्तीस कांहींसा पुष्टिकारक पुरावा मिळाला; पृ. ४८८–४९०. डाल्टनच्या अनुमानाप्रमाणें डेव्ही व फॅरेडे यांनीं चांगलीं वाताकर्षक यंत्रें व तीव्र शैत्यजनक मिश्रणें यांच्या साहाय्यानें बऱ्याच वायूंस द्रवरूपांत आणलें: राहिलेल्या कांहीं वायूंचें द्रवीकरण पिक्टेट, कॅलेटेट यांनीं स्वतंत्रपणें केलें: इ. स. १८९८ मध्यें फॅरेडेच्या प्रयत्नांनीं उज्ज वायूसहि द्रवरूप प्राप्त झालें; पृ. ४९०—४९१—या नीचोष्णमानविषयक कार्यामध्यें विद्युद्ग्राहकता, चुंबकत्व, प्रकाशग्राहकत्व, अत्यल्पोष्णमानाच्या द्रव्यांतील रासायनिक आकर्षण वगैरेसंबंधीं नवीन संशोधनक्षेत्रें निर्माण होऊन निरनिराळ्या संशोधकांनीं त्यांत पुष्कळ कार्य केलें; पृ. ४९१—४९५—या द्रवरूपांत आणल्या गेलेल्या वायूंचा अन्न न नासतां सुरक्षित ठेवणें, वर्फ तयार करणें, कृत्रिम थंडी उत्पन्न करणें वगैरे कामांत व्यावहारिक उपयोग होत असून आणखी कांहीं महत्त्वाच्या बाबतींतहि त्यांचा फायदेशीर रीतीनें उपयोग केला जाऊं शकेल; पृ. ४९५—४९८—१८५० नंतर अनेक नवीन मूलद्रव्यांचे शोध लागले असून तीं सर्व द्रव्यें लागलींच व्यावहारिक उपयोगाला लावलीं जात आहेत; पृ. ४९८–४९९–याच काळांत केक्यूल यानें गंधयुक्त पदार्थांचें रासायनिक स्वरूप ओळखण्याचे शोध लाविले; पृ. ४९९—५००—संयोगीकरण ही रासायनिक क्रिया आज व्यवहारांत अत्यंत उपयुक्त झाली असून तिच्या योगानें अनेक नवीन उपयुक्त द्रव्यें तयार करतां येतात: वैद्यकास या क्रियेचा फारच उपयोग झाला आहे; पृ. ५०१—५०३—याच पद्धतीनें कृत्रिम नीळ तयार केली गेली असून शर्करांचेंहि संयोगीकरण करण्यांत आलें आहे; पृ. ५०४—५०५—प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या शरीरांत तयार होणारीं द्रव्यें कृत्रिम रीतीनें करतां येतात; पृ. ५०५—या पाश्चात्य परंपरेच्या रसायनशास्त्रामध्यें आधुनिक कालांत प्रो. गज्जर, राय व बोस या भारतीय विद्वानांनीं स्वतंत्र संशोधन केलें आहे; पृ. ५०६.

[संदर्भ ग्रंथ.—डॉ. राय–हिस्टरी ऑफ हिंदु केमिस्ट्री. डॉ. गर्दे यांची वाग्भटावरील प्रस्तावना. चरक, सुश्रुत, वाग्भट. ज्ञानकोश, विभाग १ ला—हिंदुस्थान आणि जग. रसार्णव, रसरत्नसमुच्चय, रसनक्षत्रमालिका, रसरत्नाकर, रसेंद्रचिंतामणि, रससार, शार्ङ्गधर, रसेंद्रसारसंग्रह, रसेंद्रकल्पद्रुम, धातुरत्नमाला, भावप्रकाश. ऋग्वेद, अथर्ववेद, शुक्लयजुर्वेद. धातुक्रिया, अर्कप्रकाश, रसमंजरी. यूल—मार्कोपोलो. विल्सन व मोनियर विल्यम्स—संस्कृत इंग्रजीकोश. रॉथ आणि बोथलिंग—वैदिक कोश. शुक्रनीति. माधव--रसकौमुदी, रसरत्नप्रदीप. गोविंददास—भैषज्यरत्नावली. सर डब्ल्यू शाघनेसी—मॅन्युअल ऑफ केमिस्ट्री. एन्स्ली--मटीरिया इंडिका. रायले—एसे ऑन दि ॲन्टिक्विटी ऑफ हिंदू मोडिसिन. वात्सायनकामसूत्र. मदनपालकोश. रास्को ॲंड शॉर्लेमर्स केमिस्ट्री. बॉल--एकॉनमिक जिऑलाजी ऑफ इंडिया. अमरकोश. अलबेरुणी—इंडिया (साचोचें भाषांतर). जॉन ग्रे फेअर—तालीफ शरीफचें भाषांतर. उदयन—किरणावलि. चार्लस मॅके—पॉप्युलर डेल्यूझन्स. प्रीस्टले—हिस्टरी ऑफ इलेक्ट्रिसिटी. लाव्हाझिए—एलेमेंट्स ऑफ केमिस्ट्री. रॉबर्ट बॉईल—फिलॉसॉफिकल वर्क्स. जॉर्ज विल्सन—दि लाइफ ऑफ हेन्री कॅव्हेंडिश. लॉर्ड ब्रोध्याम—लाइव्हज ऑफ दि फिलॉसॉफर्स ऑफ दि टाईम ऑफ जॉर्ज दि थर्ड. हेनरी स्मिथ विल्यम्स—हिस्टरी ऑफ सायन्स, भाग २, ३, ४ व ५. जोसेफ प्रीस्टले—एक्सपेरिमेंट्स ॲंड ऑब्झर्वेशन्स ऑफ डिफरंट काइण्डस ऑफ एअर. सर एडवर्ड थॉर्प—हिस्टरी ऑफ केमिस्ट्री. नटेसन आणि कंपनी, मद्रास—डॉ. पी. सी. राय यांचें चरित्र. अमेरिकन केमिकल जर्नल. मेयर ई. व्हॉन—ए हिस्टरी ऑफ केमिस्ट्री फ्रॉम दि अर्लिएस्ट टाईम्स टु दि प्रेझेंट डे, लंडन १८९९. रॉडवेल—दि बर्थ ऑफ केमिस्ट्री, लंडन १८७४. थॉम्पसन, टी.—दि हिस्टरी ऑफ केमिस्ट्री.]

प्रकरण १२ वें.

पदार्थविज्ञानशास्त्राचा इतिहास

(पृ. ५०६–५६३).

प्राचीन भारतीयांच्या पदार्थविज्ञानशास्त्रविषयक कल्पनांच्या विकासाचें संशोधन अद्याप झालेलें नाहीं; पृ. ५०६–५०७. पदार्थविज्ञानशास्त्रविषयक मूळ कल्पना जरी बऱ्याच प्राचीन असल्या तरी या कल्पनांनां शास्त्रीय स्वरूप येण्यास गॅलिलीओपासून सुरुवात झाली; पृ ५०७—गॅलिलीओच्या यंत्रशास्त्रीय शोधामुळें त्यानें आर्किमीडीझच्या गतिविषयक शोधापुढें एक पायरी आक्रमण केली; पृ. ५०८–५०९—स्टेव्हिनस व गिलबर्ट या गॅलिलीओच्या समकालीन पंडि-

तांनीं अनुक्रमें शक्तिसमता व पार्थिव चुंबकत्व यासंबंधीं संशोधन केलें; पृ. ५०९--५१२—गॅलिलीओचा शिष्य टॉरिसेली यानें वायुभारपापक यंत्र वगैरे अनेक शोध लाविले; पृ. ५१३--५१४—गॅलिलीओनंतर रॉबर्ट बॉइल या शास्त्रज्ञाचें गुरुत्वमूलक वायुभारमापक यंत्र व हवेसंबंधीं शोध, मॅरिअट याचा वायूंची घनता दर्शविणारा नियम, व्हॉन गेरिक या समकालीन शास्त्रज्ञाचें वाताकर्षक यंत्र व विद्युदाकर्षणविषयक शोध, रॉबर्ट हूकचे ज्योतिषविषयक व विशिष्टगुरुत्वमापनविषयक शोध व ख्रिश्चन हायगेंझ याचें लंबकयुक्त घड्याळ, दुर्बिणी वगैरेबद्दल महत्त्वाचे शोध आहेत; पृ. ५१४--५१८—न्यूटन हा गॅलिलीओनंतरचा पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील जाडा संशोधक असून त्याचें प्रकाशपृथक्करणविषयक संशोधन फारच क्रांतिकारक होतें; पृ. ५१८--५२०—यानंतर हॉक्सबी व स्टीफन ग्रे या शास्त्रज्ञांनीं लोहचुंबक व विद्युत् यांसंबंधीं कित्येक शोध लावले; पृ. ५२०—५२२—फ्रेंच शास्त्रज्ञ सिस्टर्नें डफे याच्या लाक्षाजन्य व कांचजन्य विद्युद्विषयक शोधांनीं, त्याचप्रमाणें जोसेफ डेसॅग्युलिअर्स याच्या कुतूहलोत्पादक प्रयोगांनीं, फ्रीड्रिक लुडॉल्फ या शास्त्रज्ञाच्या विद्युत्स्फुलिंगाबद्दलच्या प्रयोगांनीं विद्युच्छास्त्रांत बरीच प्रगति झाली: गॉटलीब कूगर या वैद्यकशास्त्रज्ञानें स्थिरविद्युतचा वैद्यकांत उपयोग करण्यास प्रारंभ केला; पृ.५२२--५२५—विद्युद्गति अजमावण्याचा प्रयत्न होऊन स्थिरविद्युतचा यंत्र करण्याकडे उपयोग होऊं लागला व व्हॉन क्लीस्ट, मशेनब्रोक इत्यादि शास्त्रज्ञांच्या संशोधनामुळें स्थिरविद्युद्घटाचा शोध लागला; पृ. ५२६--५२८—याच सुमारास वॅटसन या आंग्ल शास्त्रज्ञानें आपले विद्युन्मंडलविषयक शोध लावले: वॅटसनच्या लेखांनीं अमेरिकेंत बेंजामिन फ्रांकलिन, टॉमस हॉप्किन्सन फिलिपसिंग व एबेंझेर किनरस्ली इत्यादि शास्त्रज्ञ उदयास आले: त्यांपैकीं फ्रांकलिनचे विद्युद्विषयक शोध आहेत; पृ.५२८-५३१-अठराव्या शतकामध्यें द्रव्याच्या भौतिक गुणधर्मासंबंधींच्या अभ्यासांत बरीच प्रगति होऊन या गुणधर्मांचा उपयोग वाफेचें इंजिन, विमान, चाक्षुषसंदेशयंत्र इत्यादि यंत्रांकडे करण्यांत आला: परंतु द्रव्य व शक्तियांतील फरक त्या वेळीं लक्षांत आला नव्हता; पृ. ५३२—अठराव्या शतकाच्या अखेरीस प्रख्यात तत्त्ववेत्ता कौंट रम्फर्ड यानें उष्णतेच्या कंपनसिद्धान्ताचा जोरानें पुरस्कार केला: १८०० मध्यें डॉ. थॉमस यंग यांनें प्रकाशलहरीसिद्धान्ताचें समर्थन केलें व अरॅगो आणि फ्रेस्नेल यांनीं या लहरीसिद्धान्ताचें संशोधन केलें; पृ. ५३३--५३४—अर्वाचीन चलविद्युत् शास्त्राचा इतिहास गॅल्व्हनी व व्होल्टा या सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगांपासून सुरू होतो; पृ. ५३४—या वेळीं शास्त्रज्ञांस घर्षणजन्य विद्युयंत्रापक्षां चलविद्युद्घटमाला ही विद्युज्जननाच्या कामीं व व्यावहारिक दृष्ट्या जास्त सोइस्कर असते ही गोष्ट दिसून आली: डेव्ही, जॉन फ्रेडरिक डॅनियल यांच्या विद्युद्घटसंशोधनानें व ओरस्टेडच्या विद्युत् व चुंबकत्व यांच्या निकट संबंधाच्या शोधानें विद्युत् ही विद्युच्चुंबकीय तारायंत्र वगैरे दुसऱ्या कमीअधिक महत्त्वाच्या व्यावहारिक उपयोगाकडे लावण्याचा क्रम सुरू झाला; पृ. ५३५--५३६—इ. स. १८३१च्या सुमारास सर मिचेल फॅरेडे याचा विद्युच्चुंबकीय प्रवर्तनाचा सिद्धान्त प्रस्थापित होऊन व्यवहारोपयुक्त व काटकसरीची अशी लहानमोठीं गतिजन्य विद्युद्यंत्रें निघालीं: तथापि या विद्युज्जनक साधनांनीं फारसा फायदा झाला नाहीं; पृ. ५३७—एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यकालीं, हेन्री हर्ट्झ, क्लार्क मॅक्सवेल इत्यादि शास्त्रज्ञांनीं प्रकाशलहरी या वस्तुतः विद्युच्चुंबकीय लहरीच होत असें दाखविलें: बिनतारी तारायंत्रांत या लहरींशीं सदृश असलेल्या हर्टझियन लहरींचाच उपयोग होतो; पृ. ५३७--१८९५च्या सुमारास प्रो. रॉंटजेन या जर्मन शास्त्रज्ञाच्या 'क्ष' किरणविषयक शोधानें जगाला थक्क करून सोडलें; पृ. ५३८--५३९—याच सुमारास फॅरेडे, कौंट रंफर्ड व डेव्ही, त्याचप्रमाणें फ्रेंच तत्त्ववेत्ता सादी कार्नो वगैरे विद्वानांनीं प्रकाश, रासायनिक आकर्षण, चुंबकत्व व विद्युत् यांमधील शक्तिनित्यत्वाचा सिद्धान्त प्रस्थापित केला; पृ. ५३९--५४०—या शक्तिनित्यत्वाच्या सिद्धान्तास अनुलक्षूनच डॉ. ज्यूलिअस रॉबर्ट मेयर या शास्त्रज्ञाचा निरिंद्रिय सृष्टींतील प्रेरणा हा निबंध, फ्रेडरिक मोहर व हेल्महोल्ट्‌ज् यांचें संशोधन, जूलचा १८४३ मधील निबंध व संशोधन रचण्यांत आलें होतें: या सिद्धान्ताचा मुख्य उत्पादक कोण हें अद्याप संशयित आहे; पृ. ५४०--५४२—याच सुमारास जूल आणि मेयर यांच्या अभ्यासानें उष्णतागतिशास्त्र नामक नवीन शास्त्र उत्पन्न होऊन त्यासंबंधीं लॉर्ड केल्व्हिन (प्रो. विल्यम थॉम्सन), रॅंकिन, टिंडाल वगैरे शास्त्रज्ञांनीं नवीन सिद्धान्त काढले; पृ. ५४२--५४३—या सर्व संशोधनानें उष्णता, प्रकाश, विद्युच्चुंबकत्व हीं एकाच प्रेरणाशक्तीचीं कंपनें, लहरी, आवर्त इत्यादि आविष्करणें होत हें ठरलें असून या सर्वांनां आधारभूत असा एखादा प्रवाही पदार्थ असला पाहिजे हें उघड झालें: जेम्स क्लार्क मॅक्सवेलची इंधकविषयक कल्पना त्याचप्रमाणें टॉमस यंग व फॅरेडे यांचें संशोधन यांवरून इंधक द्रव्याचें अस्तित्व सिद्ध झालें आहे; पृ. ५४३--५४६—इंधकाची कल्पना स्वीकारूनच लॉर्ड केल्व्हिननें हेल्महोल्ट्‌झच्या गणितांतील सिद्धान्तावरून आपला आवर्तरचनासिद्धान्त बसविला; पृ. ५४६--५४७—शक्तीविषयीं नवे सिद्धान्त प्रस्थापित झाल्यामुळें डेव्ही, क्लॉसिअस, मॅक्सवेल वगैरेंनीं वायूच्या गतिविशिष्ट सिद्धान्ताची स्थापना केली: अणूंच्या आकारासंबंधीं केल्व्हिन या आंग्ल शास्त्रज्ञानें व लॉशमिट या जर्मन शास्त्रज्ञानें बरेंच सूक्ष्म संशोधन केलें; पृ. ५४७--५४८—या संशोधनानें असें दिसून आलें कीं, अणूमध्यें स्थलांतरगतिखेरीज बीजरूप नामक आणखी एक निराळी शक्ति असते; पृ. ५४८--५४९—नीचोष्णमानावरील प्रयोगांनीं सर विल्यम रॅम्से यानें आर्गन, क्रिप्टन, न्यून व झेन या नवीन वायूंचे व फ्रॅंक्लंड व लॉकियर यांनीं सौर वायूचा

शोध लावला; पृ. ५५०--५५२—प्रो. जे. जे. थॉम्सन यानें वरील वायूंचाच अभ्यास विद्युद्वहनाच्या दृष्टीनें करून विद्युत् ही शक्तीचें रूपान्तर नसून द्रव्याचें रूपांतर आहे ही कणमूलक उपपत्ति पुढें मांडली; पृ. ५५२--५५३—किरणविसर्जक शक्ति व किरणविसर्जक पदार्थांतून बाहेर पडणाऱ्या किरणांचें स्वरूप यांसंबंधीं नेवेंग्लोस्की, हेन्री वेक्केरेल, श्मिट, मॅडम कूरी, जॉर्ज एफ. कून्झ, प्रो. रुदरफोर्ड, रॅम्से, सॉडी वगैरे शास्त्रज्ञांनीं पुष्कळ संशोधन केलें, परंतु या शक्तीच्या उगमाबद्दल शास्त्रज्ञांचें ऐकमत्य झालेलें नाहीं; पृ. ५५३—५५६—या शक्तीची उपपत्ति लावण्याकरितां रुदरफोर्ड व सॉडी यांनीं परमाणुभंगवाद काढला; पृ. ५५६--५५८—रसायनशास्त्र व पदार्थविज्ञानशास्त्र या परस्परांस पूरक अशा शास्त्रांच्या सामान्य असणाऱ्या क्षेत्रास पदार्थवैज्ञानिकरसायनेंशास्त्र असें नांव देण्यांत आलें असून त्याची मुख्य वाढ गेल्या ४०।५० वर्षांत झाली आहे; पृ. ५५८—उष्णताविषयक रसायन शास्त्रामध्यें हेस, अँड्रूयूज, थॉम्सन, फावर, सिल्वरमन आणि बर्थेलोट इत्यादि शास्त्रज्ञांनीं बरेच परिश्रम केले आहेत, तथापि द्रावांच्या स्वरूपांसंबंधीं अद्याप पुष्कळ गोष्टी समजावयाच्या आहेतः व्हॅन टॉफ, हार्कोर्ट, डेव्हिल, स्ट्रस्ट इत्यादि शास्त्रज्ञांनीं उष्णताजन्य व वैद्युत विश्लेषण यासंबंधीं संशोधन केलें आहेः प्रकाशलेखनसंबद्ध रसायनशास्त्राचा आरंभ इंगेनहौझ, श्रील आणि सेनेबियर यांच्यापासून होऊन अलीकडे रास्को वगैरेंनीं या कार्यांत बरीच प्रगति केली आहे; पृ ५५८–५६१—नूतनसंशोधित क्षकिरणांचा रुग्णालयांत व कारखान्यांत उपयोग करण्यांत येऊं लागला आहेः ई. हॉसर व ई. री यांनीं ३००० अंश उष्णमानाची ज्वाला उत्पन्न करण्याची युक्ति काढली आहे; पृ. ५६२—आजचा वडा पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञ जर्मन प्रोफेसर ईन्स्टेन हा असून याच्या "सापेक्षत्वा"च्या सिद्धान्ताबद्दल त्यास १९२१ चें नोबल प्राइझ देण्यांत आलें होतें; पृ. ५६२—पदार्थविज्ञानशास्त्रांतलि आधुनिक भारतीय पंडितांपैकीं डॉ. बोस, राय, प्रो. सी. व्ही. रामन्, नुकतेच पुढें येऊं पाहणारे गणेश प्रसाद, डी. एन. मलिक, सुधांशु कुमार बानर्जी, टी. के. चिन्मयानंदम्, लाहोरचे आर. आर. शाहाणी व मेघनदशहा हे असून त्यापैकीं मेघनदशहा यांची, ईन्स्टेनच्या सिद्धान्तास जोड दिल्याबद्दल सर जे. थॉम्सन, रुदरफोर्ड, पी. सी. राय वगैरे शास्त्रज्ञांनीं वाखाणणी केली आहे; पृ. ५६३.

[संदर्भग्रंथ.—थॉर्प—हिस्टरी ऑफ केमिस्ट्रि, १९२१. डेकार्ट—प्रिन्सिपिया फिलॉसॉफिइ. रिव्हयूसांयीटीफक १३ एप्रिल १९०१. पेरिनचा निबंध. जे. जे. थॉम्सन–इलेक्ट्रिसिटी अँड मॅटर, न्यूयॉर्क, १९०४. टाइम्स ऑफ इंडिया २ सेप्टेंबर, १९२१ व १३ जानेवारी, १९२२. माडर्नरिव्ह्यू, इंडियन रिव्ह्यू, सायन्सप्रोग्रेस जर्नल, १९१८. हॅन्स ख्रिश्चन ओरस्टेड —एक्सपेरिमेंटस बुइथ दि इफेक्टस ऑफ दि इलेक्ट्रिक करंट ऑन दि मॅग्नेटिक नीडल, १८१५. हेनरी स्मिथ विल्यम्स—हिस्टरी ऑफ सायन्स, भाग ३. मिचेल फॅरेडे—ऑन दि इंडक्शन ऑफ इलेक्ट्रिक करंट्स; एक्सप्लिकेशन ऑफ अॅरेगोज मॅग्नेटिक फिनॉमिना; ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ रॉयल सोसायटी ऑफ लंडन १८३२. डॉ. ज्यूलिअस रॉबर्ट मेयर—दि फोर्सेस ऑफ इनऑर्गानिक नेचर, लीबिग्स अॅनलेन, १८४२. ज्यूल—रिपोर्ट ऑफ दि ब्रिटिश असोसिएशन फॉर दि अडव्हान्समेंट ऑफ सायन्स, व्हॉल्यूम १२. जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल---फिलॉसॉफिकल मॅगॅझिन, जानेवारी आणि जुलै १८६०. जॉर्ज एफ. कुंझ—रेडिअम अँड इट्स वंडर्स, रिव्ह्यू ऑफ रिव्ह्यूज, नोव्हेंबर १९०३. इ. रुदरफर्ड—रेडिओ-अॅक्टिव्हिटी, केंब्रिज १९०४. कॉम्प्टेरेंडु, पॅरिस, १९०२. आय. सी. एस. रेफरन्स लाय० केमिस्ट्री सीरीज. बार्नेट—एलेमेंट्स ऑफ इलेक्ट्रो मॅग्नेटिक थिअरी, मॅकमिलन आणि कंपनी १९०४. हार्डिन—राईज अँड डेव्हलपमेंट ऑफ दि लिक्विफिकेशन ऑफ गॅसेस, न्यूयॉर्क १८९९. पार्क बेंजामीन—दि इंटेलेक्चुअल राईज इन इलेक्ट्रिसिटी, न्यूयॉर्क १८९५. फिजिकल रिव्ह्यू, कॉर्नेल युनिव्हर्सिटी. प्रेस्टन—थिअरी ऑफ हीट, मॅकमिलन आणि कंपनी.]

प्रकरण १३ वें.

गणितशास्त्राचा इतिहास

(पृ. ५६३–५८०).

ज्योतिष व वैद्यक यांच्या इतक्या प्राचीन कालापासून आजतागायत जर कोणत्या शास्त्राची वाढ सारखी सुरू असेल तर तें गणितशास्त्र होयः अर्वाचीन काळातील त्याची वाढ तदंतर्गत शाखाविस्तारावरून लक्षांत येणार आहे; पृ. ५६३---'६४---भारतीय गणित ज्ञानः शुल्बसूत्रापूर्वीचे गणितविषयक ग्रंथ उपलब्ध नसल्यामुळें वेद, महाभारत वगैरे ग्रंथांतील उल्लेखांवरूनच ह्या शास्त्रांतील तत्कालीन प्रगतीसंबंधीं अनुमानें काढलीं पाहिजेत; पृ. ५६४—वेदांगकालांत पूर्णांकपरिकर्मचतुष्टय म्हणजे पूर्णांकांची बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार व त्रैराशिक आणि भिन्नपरिकर्मचतुष्टय म्हणजे व्यवहारी अपूर्णांक, वगैरेंचें ज्ञान होतेंः यज्ञसंस्थेच्या अनुषंगानें भूमितिशास्त्राचीहि बरीच वाढ झाली असावी; पृ. ५६४–५६५—ख्रिस्तोत्तर काळांत हिंदू लोकांचा अंकगणित व बीजगणित यांचा अभ्यास ज्योतिषशास्त्राच्या अनुरोधानें चालला होताः त्यांचे नांवाजलेले गणिती पहिला आर्यभट, ब्रह्मगुप्त, श्रीधर, पद्मनाभ व सुप्रसिद्ध भास्कराचार्य हे असून त्यांची अंकगणितांतील व बीजगणितांतील प्रगति तत्कालीन ग्रंथांवरुन व्यक्त होते; पृ. '६५–५६७—गणिताच्या इतिहासास खरी सुरुवात ग्रीक लोकांपासून होत असून हा इतिहास समजण्यास त्याचे तीन कालविभाग पाडण्यांत येतात; पृ. ५६७—गणित शास्त्राच्या वाढीस उपयुक्त अशी आजची

संख्यालेखनपद्धति प्रथम हिंदूंनींच उपयोगांत आणिली: मिसरी लोकांच्या अंकगणित, बीजगणित वगैरे-संबंधीं ज्ञानाची थोडी कल्पना ब्रिटिश म्यूझिअम-मधील अहमस याच्या पापायरसवर लिहिलेल्या ग्रंथावरून येते; पृ. ५६७-५६८—ग्रीक व रोमन गणित-ज्ञान: मिसरी लोकांस फक्त उदाहरणें सोडविण्याचें ज्ञान होतें, परंतु ग्रीकांनीं सर्वसामान्य सिद्धान्त शोधून काढण्याचा प्रयत्न केला. त्यांमध्यें हिपासिक्सस निकोमॅकस वगैरे गणितज्ञ होऊन गेले: भूमितिशास्त्रामध्यें त्यांमध्यें आयोनिक, पायथॅगोरियन, सोफिस्ट, प्लेटो वगैरे अनेक पंथ उत्पन्न झाले असून त्या प्रत्येकांत उत्तमोत्तम भूमितिशास्त्रज्ञ होऊन गेले; पृ. ५६८-५७०—प्लेटोपंथांतील युक्लिड हा सुप्रसिद्ध भूमितिशास्त्रव्यवस्थापक असून त्याच्यानंतर आरिस्टार्कस, आर्किमीडीझ, अपोलोनिअस, हिप्पार्कस, मेनेलॉस, टॉलेमी, पॅपस, थीऑन वगैरे अनेक गणितशास्त्रज्ञ होऊन गेले: यांपैकीं टॉलेमी यानें त्रिकोणमिति या गणितशाखेचें पुष्कळ संशोधन केलें; पृ. ५७०-५७२—अरब लोकांचें गणितज्ञान: अरबी गणित म्हणजे हिंदूंच्या व ग्रीकांच्या गणितज्ञानाची खिचडी असून या बाबतींत अरबांची कामगिरी म्हणजे इ. स. ६४७ मध्यें अलेक्झांड्रिया उध्वस्त झाल्यानंतर पूर्वेकडील ग्रीक विद्या त्यांनीं जतन करून ठेवली ही होय; पृ. ५७२—स्तिमित व मध्ययुगांतील पाश्चात्य गणितज्ञान: यूरोपमध्यें गणिताचा प्रसार रोममधून झाला असून बाराव्या शतकाच्या सुमारास स्थानरेषापटा-ऐवजीं हिंदूंची गणनापद्धति व गणितशास्त्राचें ज्ञान अरबी ग्रंथांमधून यूरोपांत गेलें. सोळाव्या क्रांतिकारक शतकामध्यें शुद्धगणिताची बरीच प्रगति झाली, परंतु मिश्रगणिताची मात्र आर्किमीडीझनंतर फारशी प्रगति झाली नाहीं; पृ. ५७२-५७४—अर्वाचीन काल: सतराव्या शतकांतील डेकार्टे, कॅव्हॅलिएरो, पास्कल, वालिस, फर्मा, ह्यायगेंझ इत्यादि गणितशास्त्रज्ञांनीं कलन, बीजभूमिति, संभवशास्त्र वगैरेंसंबंधीं शोधांमुळें क्रांति घडवून आणली; पृ. ५७४-५७५···यानंतरचा बडा गणितशास्त्रज्ञ न्यूटन हा असून त्याच्या मागून लिबनिझ व बर्नोली घराण्यांतील अनेक गणिती झाले: इतर यूरोप खंडांतहि हूले, दमोआव्ह स्खलनशास्त्राचा उत्पादक कोटस वगैरे गणिती होऊन गेले; पृ. ५७५-५७६—पुढील सुप्रसिद्ध गणिती म्हटले म्हणजे आयलर, लँबर्ट, लाग्रांज व लाजेंद्र हे असून त्यांनीं यंत्रशास्त्र. त्रिपरिमाणविषयक भूमिति, निरनिराळ्या श्रेढी वगैरेंमध्यें प्रगति केली; पृ.५७६-५७७—एकोणिसाव्या शतकामध्यें फोरियर, गॉस, याकोबी, इसेनस्टीन, विएरस्ट्रास, कोशी, हॅमिल्टन इत्यादि सुप्रसिद्ध गणितशास्त्रज्ञ झाले असून हॅमिल्टन नंतर सिल्व्हेस्टर, ली, स्टीनर, क्रानस्टाड इत्यादि अनेक गणिती होऊन गेले: या सर्वांच्या शोधांनीं गणिताच्या संख्याशास्त्र, उच्च त्रिकोणमिति, फलोपपत्ति, उच्च बीजगणित भूमिति, कलनस्थितिशास्त्र गतिशास्त्र इत्यादि असंख्य शाखा निर्माण झाल्या असून त्यायोगें विज्ञानशास्त्रांत प्रगति पुष्कळच झाली आहे; पृ. ५७७-५७९—गणित शास्त्राच्या अर्वाचीन प्रगतींत हिंदुस्थानहि थोडाथोडा भाग घेऊं लागला आहे; पृ. ५७९—गणित शास्त्राचा उपयोग नानाविध शास्त्रांच्या प्रगतीस कारक झाला आहे; पृ. ५७९-५८०,

[संदर्भ ग्रंथ—एनसायक्लोपीडिया ब्रिटानिका—ॲरिथमेटिक, अलजिब्रा व ट्रिगॉनॉमेट्री हे लेख. ऋग्वेद; वाजसनेयि व तैत्तिरीय संहिता; वेदांगज्योतिष. दीक्षितकृत भारतीय ज्योतिःशास्त्र. बौधायनीय शुल्वसूत्र. आर्यभटीय. ब्रह्मस्फुटसिद्धांत. भास्कराचार्यकृत सिद्धान्तशिरोमणि; लीलावती व बीजगणित. ग्रिफिथ—दि न्हाईड मॅथेमेटिकल पापायरस, प्रोसीडिंग्ज ऑफ दि सोसायटी ऑफ बिब्लिकल आर्किऑलॉजी, नोव्हेंबर १८९१ व मार्च, मे आणि जून १८९४. डब्ल्यू. आर. बॉल—ए शॉर्ट हिस्टरी ऑफ मॅथेमेटिक्स. रसेल अँड व्हाइटहेड—प्रिन्सिपिया मॅथेमेटिका, केंब्रिज, १९११. इंटर नॅशनल कॅटलॉग ऑफ सायन्टिफिक लिटरेचर-बर्ट्रंड रसेल—दि प्रिन्सिपल्स ऑफ मॅथेमेटिक्स, केंब्रिज १९०३. टी. एल्. हेल्थ—दि थर्टीन बुक्स ऑफ युक्लिड्स एलेमेंट्स केंब्रिज, १९०८ एशियाटिक रिसर्चेस, कलकत्ता. एफ. कजोरी—हिस्टरी ऑफ एलेमेंटरी मॅथेमेटिक्स, १८९६. एल. सी. कोनंट—दि नंबर कन्सेप्ट, १८९६.. सायन्स प्रोग्रेस १९१८, माडर्नरिव्ह्यू १९२०; इंडियनरिव्ह्यू १९२०—२१.]

प्रकरण १४ वें.

भूशास्त्रें (पृ. ५८०-६०३).

भूस्तरशास्त्र, प्रस्तरावशेषशास्त्र , वातावरणशास्त्र, समुद्रवर्णनविद्या या अनेक शास्त्रांचा प्रत्यक्ष अगर अप्रत्यक्ष रीतीनें पृथ्वीच्या रचनेशीं संबंध असल्यामुळें त्यांचें विवेचन भूशास्त्रें या व्यापक सदराखालीं केलें आहे; पृ. ५८०—प्रागैतिहासिक कालांतहि भूकंप, ज्वालामुखीचे स्फोट, नद्यांचें कार्य, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचीं स्थित्यंतरें इत्यादि प्रकार आद्य मानवजातीच्या अवलोकनांत आले होते असें दिसून येतें; पृ. ५८०-५८१—भूस्तरशास्त्र: प्राथमिक अवस्थेंतील भूपृष्ठरचनेबद्दलचीं मतें अगदींच अनिश्चित व परस्परविसंगत अशीं ' तर्कटें ' होतीं: त्यांनां वस्तुस्थितीचा पाठिंबा देण्याकरितां डॉक्टर जेम्स हटन यानें भूपृष्ठरचनेचा शिलाविषयक अभ्यास केला व भूपृष्ठाची झीज होत असल्याची व ज्वालामुखीच्या उत्पातांमुळें भूखंडें उत्पन्न झाल्याची कल्पना हे दोन क्रांतिकारक शोध लाविले; पृ. ५८१-५८३—प्रथम हटनच्या मतास पुष्कळ विरोध झाला: हटनच्या प्ले फेअर आदिकरून अनुयायांस प्लुटोनिस्ट व नेर प्रभृति त्याच्या विरोधकांस नेपच्युनिस्ट अशीं नांवें मिळालीं;

पृ. ५८३–५८४—यानंतर नियतक्रमविकासवादाचा पुरस्कर्ता लायेल यानें हटनच्या मतांतील आपत्तिवादावर हल्ला करून पृथ्वीमधील घडामोडी सावकाश होत असतात हें सिद्ध केलें; पृ. ५८४–५८५—याच सुमारास हिमनद्यांच्या कार्याविषयीं लायेल, पेरोडिन, व्हेनेट्झ, अगासिझ इत्यादिकांनीं संशोधन केलें; पृ. ५८५–५८६—भूस्तरशास्त्रीय युगांसंबंधीं संशोधनामध्यें वर्नरनें प्रथम प्रस्तरीभवनाच्या अनुक्रमानुसार खडकांचे वर्ग पाडले, परंतु विल्यम स्मिथ यानें व मर्किसन आणि ॲडॅम सिजविक यांनीं संशोधन करून भूस्तरशास्त्रीय युगें पाडलीं; पृ. ५८६–५८७—पृथ्वीच्या वयोमानासंबंधीं हटन, प्लेफेअर वगैरेंचीं मतें पृथ्वी अनादि आहे अशीं होतीं, परंतु लॉर्ड केल्व्हिन वगैरे शास्त्रज्ञांचें पदार्थविज्ञानशास्त्रविषयक, भूशास्त्रविषयक, जीविशास्त्रविषयक व समुद्राच्या खारटपणासंबंधीं पुराव्यांवरून पृथ्वीचें वयोमान ३।४ कोटी वर्षांहूनहि जास्त असावें असें मत झालें; पृ. ५८७–५८९—समुद्रशास्त्रः या शास्त्रांत समुद्रगर्भांतील प्राणी, समुद्राची खोली व समुद्रतळचीं द्रव्यें एतद्विषयक संशोधन होऊन भूत व वर्तमान क्रियांवरून भविष्यकालासंबंधीं अनुमानें काढण्यांत आलीं आहेत; पृ. ५८९—वातावरणशास्त्र : प्राथमिक शास्त्रविकासाच्या काळांत उल्का या भूसंभव, चंद्रसंभव किंवा सूर्यसंभव असतात अशीं भिन्नभिन्न मतें प्रचलित होतीं, परंतु क्लॅड्नी या जर्मन पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञानें उल्का या ब्रह्मांडसंभव आहेत असा सिद्धान्त काढलाः व ब्रांडीझ, बेंझेनबग व प्रो. ऑल्मस्टेड यांच्या संशोधनानें, क्लॅड्नीच्या उपपत्तीस पुष्टि मिळाली ; पृ. ५९०—याच वेळीं सुमेरुज्योतीच्या कारणाबद्दल फ्रांकलिन, एरासमस डार्विन, डाल्टन, वियाट, फॅरेडे, हंबोल्ट वगैरेंनीं संशोधन केलें: या चमत्काराचा हिंदुस्थानामधील अतिवृष्टीशीं व सूर्यावरील डागांशीं निकट संबंध आहे असें दिसून आलें; पृ. ५९१—बाष्पोत्पत्ति, मेघ आणि दंव यांच्या संबंधींच्या प्रश्नांचा डॉ. हटन व डॉ. वेल्स यांनीं पूर्ण उलगडा केलाः बाष्प हा एक स्वतंत्र वायु असून ठराविक अवकाशांत, ठराविक उष्णमानांत त्याचें ठराविक प्रमाण रहात असल्यामुळें पाऊस, हिम, गोठलेलें दंव, मेघ वगैरे क्रिया घडून येतात; पृ. ५९२—मैरन, यूलर, रिचर्ड किरवान, जॉर्ज फॉर्स्टर वगैरेंनीं हवामानाबद्दल थोडाबहुत विचार केला होता, परंतु हंबोल्टच्या समोष्णरेषांनीं या कल्पनांनां प्रथमच स्पष्ट रूप देऊन तुलनात्मक हवामानशास्त्राचा अभ्यास व्यवहार्य केला; पृ. ५९३—हंबोल्ट, हॅडले, डाल्टन इत्यादिकांच्या संशोधनानें व्यापारी व व्यापारविरोधी वाऱ्यांची उपपत्ति नीट लागून, प्रो. लॅझ, डॉ. कार्पेंटर, डॉ. क्रोल वगैरेंनीं सागरप्रवाह व आखातप्रवाह, तसेंच चक्रवात व प्रतिचक्रवात यांसंबंधीं शास्त्रीय सिद्धान्त निश्चित केले: हेन्रिक्स डब्ल्यू डोव्ह यानें वाऱ्यांच्या मार्गच्युतीसंबंधीं नियम बसविला व त्यावरून संयुक्त संस्थानांसारख्या कांहीं भूभागांत वादळांसंबंधीं भविष्यें करतां येऊं लागलीं; पृ. ५९३–५९५—या संशोधनामुळें चक्रवात व प्रतिचक्रवात, यांच्या दिशा, वेग व स्वरूपें इत्यादि गोष्टींमध्यें कांहींच चमत्कृति रहात नसून, वातावरणशास्त्रीय निरीक्षणावरून हवामानासंबंधीं पुष्कळ खरीं भाकितें अगाऊ करतां येणें शक्य झालें आहे; पृ. ५९५—५९६—प्रस्तरावशेषशास्त्रः या भूशास्त्रशाखेमध्यें भूगर्भांत सांपडलेल्या प्राण्यवशेषांचें संशोधन करण्यांत येत असून या शास्त्राचा व्यवस्थित अभ्यास विल्यम स्मिथ यानें सुरू केलाः त्याचा समकालीन क्यूव्हिए यानें शिलाप्रस्तरांत फक्त नष्ट झालेल्याच प्राण्यांचे अवशेष सांपडतात हें मत प्रतिपादलें; पृ. ५९६—५९८—प्राचीन अवेशषांच्या निरीक्षणावरून क्यूव्हिए व बकलंड यांनीं स्थापन केलेल्या आकस्मिक स्थित्यंतराच्या मतास चार्लस लायेल यानें विरोध करून आपला नियतक्रमविकासवाद सप्रयोग स्थापन केलाः यानंतर डार्विन यानें आपला जातिरूपांतराचा सिद्धान्त पुढें मांडला व तो लवकरच लोकप्रिय झाला; पृ. ५९८—६००—पर्थेस, लार्टेट इत्यादि शोधकांस सांपडलेल्या मनुष्यावशेषांच्या संशोधनावरून मामथ ही प्राणिजात व मनुष्यजात या एकाच कालीं होत्या हें निःसंशय सिद्ध झालें आहे; पृ. ६००—६०१—अमेरिकेंतील प्रो. मार्शच्या प्राण्यवशेषसंशोधनावरून हल्लींच्या एकखुरी घोड्याचे दोन, तीन, चार व अखेर पांच खूर असलेले पूर्वज होते असें दिसून आलें असून प्रस्तरावशेषशास्त्र हें विकासवादपोषक ठरलें आहे; पृ. ६०१--६०२--भूशास्त्रांतील संशोधनांचा मुख्यत्वेंकरून सजीव व निर्जीव सृष्टीचा प्राचीन इतिहास रचण्याच्या कामीं पुष्कळ उपयोग झाला आहे; पृ. ६०२—हेकेलसारख्या प्रस्तरावशेषशास्त्रज्ञांनीं या सर्व सामुग्रीवरून (१) प्राक्तनिक, (२) पुराण, (३) मध्य, (४) निर्मानुष व (५) मानुष अशीं युगें पाडलीं असून त्यांतील अवशेष व त्यांचे कालहि स्थूलमानानें निश्चित झाले आहेत; पृ. ६०३.

[संदर्भग्रंथ—जेम्सहटन--पेपर इन ट्रॅन्झॅक्शन्स ऑफ दि रॉयल सोसायटी ऑफ एडिंबरा १७८८. डब्ल्यू. सी. वेल्स—एसे ऑन मॅन, लंडन १८१८. अमेरिकन जिऑलॉजिस्ट अमेरिकन म्युझिअम ऑफ नॅचरल हिस्टरी बुलेटिन्स, न्यूयॉर्क. अमेरिकन नॅचरॅलिस्ट. ॲनल्स ॲंड मॅगॅझिन ऑफ नॅचरल हिस्टरी, मासिक, लंडन. बुलेटिन ऑफ दि जिऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका ? सर आर्किबाल्ड गेइकी—टेक्स्टबुक ऑफ जिऑलॉजि, मॅकमिलन कंपनी १९०४. कार्ल ए. व्हान झिटेल—टेक्स्टबुक ऑफ पॅलिऑन्टॉलॉजी. दि मंथली जर्नल ऑफ जिऑलॉजी लंडन. आरिस्टॉटल—मीटिऑरिक्स. बकलंड—प्रूफ्स ऑफ युनिव्हर्सल डेल्यूज. चार्लस डार्विन—ओरिजिन ऑफ स्पीसीज. हेकेल—लास्ट वर्ड्स ऑन एव्होल्यूशन. हेनरी स्मिथ विल्यम्स —हिस्टरी ऑफ सायन्स भाग ३.]

प्रकरण १५ वें.

जीविशास्त्रें (पृ. ६०३—६४५.)

वनस्पतिशास्त्र व प्राणिशास्त्र या दोन मुख्य शास्त्रांबरोबर मानसशास्त्र व समाजशास्त्र यांचाहि जीविशास्त्रांत समावेश झाला पाहिजे; परंतु शास्त्रज्ञ या भागाहूनच्या शाखांचा स्वतंत्रपणें विचार करतातः तसेंच अलीकडील शोधांवरून जीविशास्त्रें व अजीविशास्त्रें यांमधील अंतर नाहींसें झालें आहे; पृ. ६०३—६०४—प्राचीन भारतीयांच्या जीविशास्त्रविषयक कल्पना सामान्यतः तत्त्वज्ञानविषयक व वैद्यकविषयक वाङ्मयांत आढळून येत असून त्यांमध्यें जैनांचें प्राणिवर्गीकरण व राजनिघंटूंतील वनस्पतिवर्गीकरण वरेंच शास्त्रीय स्वरूपाचें दिसतें; ६०४—६०५—लीनिअसच्या पूर्वीचे सुप्रसिद्ध सृष्टिशास्त्रज्ञ म्हटले म्हणजे वानस्पत्यशारीर शास्त्राचा जनक मालपिघि, वानस्पत्यइंद्रियविज्ञानशाखेचा जनक रॉबर्ट हूक, जॉन रे वगैरे असून, खरें शास्त्रीय वर्गीकरण व परिभाषा प्रथम लीनिअस यानेंच ठरविली; पृ. ६०५—६०७—अर्वाचीन वनस्पतिशास्त्राच्या वाढीच्या इतिहासांत वर्गीकरणामध्यें रॉबर्ट ब्राऊन, जॉन लिंडले, एंडलीशेर, विल्हेल्म हाफमिस्टर, डॉ. एंगलर हे प्रमुख संशोधक असून वानस्पत्यशारीर व इंद्रियविज्ञानांत कूर्ट, स्प्रेंगेल, एफ. उंगेर, बॅरी व डार्विन यांचें कार्य महत्त्वाचें आहेः सांप्रत या क्षेत्रांत हर्मन मुल्लर, डेल्पिनो, पॉल नुथ यांनीं शोध चालविले असून वानस्पत्यप्रस्तरावशेषशास्त्रांत अनेक वनस्पतिशास्त्रज्ञ व भूस्तरशास्त्रज्ञ यांनीं पुष्कळ प्रगति केली आहे;पृ. ६०७—६०९—प्राचीन भारतीयांच्या विकासवादविषयक कल्पना भारतीय तत्त्वज्ञानामध्यें विशेषतः सांख्य दर्शनामध्यें पूर्णावस्थेस पोहोंचल्या आहेत; पृ. ६०९—ग्रीक व रोमन पंडितांस विकासवादाच्या अंधुक कल्पना असून अर्वाचीन जीविशास्त्रास नूतन खंडाच्या संशोधनापासून आरंभ झाला; पृ. ६०९—६१०—१८ व्या शतकाच्या मध्यकालांत गोइटे, ओकेन, एरास्मस डार्विन, एम्यॅनुअल कॅन्ट, डी मेलेट, मॉपर्टिस, रॉबिनेट व सुप्रसिद्ध सृष्टिशास्त्रज्ञ बफन इत्यादि कवींस व तत्त्वज्ञांस शरीरविभागांचें स्वरूपांतर व जात्यंतराचा सिद्धान्त याबद्दलच्या कल्पना आल्या होत्या; पृ. ६१०—६१२—डार्विन व गोइटे यांपेक्षां बफनचा शिष्य लामार्क याला जात्यंतराची कल्पना अधिक स्पष्ट आली असून आपलीं मतें त्यानें आपल्या ग्रंथांत व्यवस्थितपणें मांडलीं: परंतु कूव्हिए यानें मात्र लामार्कच्या सिद्धान्तास जोराचा विरोध केला; पृ. ६१२—६१४—या शास्त्रज्ञांखेरीज ट्रेव्हिरेनस, ओकेन, एटिन जिऑफ्रॉय सेंट हिलेअर वगैरे दुय्यम प्रतीच्या शास्त्रज्ञांनीं या जात्यंतरसिद्धान्ताचा बराच कालपर्यंत पुरस्कार केला; पृ.६१४—६१५—तथापि कूव्हिएनें पुरस्कार केलेल्या ईश्वरनिर्मित स्वतंत्र उत्पत्तिविषयक सिद्धान्ताचें लोकांवरील वजन पुष्कळच होतें: डार्विन यानें अनेक वर्षें परिश्रम करून, आपला जात्युत्पत्तिविषयक सिद्धान्त व त्यावरून सिद्ध होणारीं नैसर्गिक निवड व जीवनार्थ कलह इत्यादि क्रांतिकारक मतें सांगोपांग जगापुढें मांडलीं; पृ. ६१५—६१८—डार्विनच्या या नवीन सिद्धान्ताचे नवे पुरस्कर्ते हर्बर्ट स्पेन्सर, सर जॉन लबॉक, जॉन टिंडाल, ॲसा ग्रे, अर्न्स्ट हेकेल इत्यादि शास्त्रज्ञ होते: मध्यंतरीं कांहीं कालपर्यंत सर ऑगस्ट वेसमन यानें या सिद्धान्तास बराच विरोध केला, तथापि डार्विनच्या सिद्धान्ताचीच शेवटीं सरशी झाली: लुई पाश्चूर यानें आद्य जीवांच्या उत्पत्तीचें वास्तविक कारण हवेंत असणारे सूक्ष्म जंतू होत असें दाखविलें; पृ. ६१८—६२२—डार्विनचें संशोधन पुढें चालविणारा शास्त्रज्ञ अर्न्स्ट हेकेल हा प्रख्यात जर्मन पुरुष असून याच्या सुप्रसिद्ध दोन उपपत्तींपैकीं एक अवयवरहित पोटासारखे दिसणारे स्पंजसदृश जंतूच सर्व सेंद्रिय सृष्टिविकासाच्या मुळाशीं असतात ही असून, दुसरी उपपत्ति म्हणजे प्रत्येक सेंद्रिय जीवव्यक्ति गर्भावस्थेमध्यें सेंद्रियसृष्टिविकासांतील सर्व अवस्था थोडक्या कालांत दर्शवितें ही होय;:पृ. ६२२—हेकेलचा पाश्चात्यांचा विकासवाद दाखविणारा वंशवृक्ष; पृ. ६२३—मनुष्यांचा अत्यंत जवळचा पूर्वज ‘ मर्कट मानव ’ हा होय हें निश्चित झाल्यासारखें आहे व दुसरीं अनेक प्रस्तरावशेषशास्त्रविषयक प्रमाणें वरील सिद्धान्तासच पुष्टि देतात; पृ. ६२२—६२४—जीविवंशविज्ञानशास्त्रः पिंडवृद्धिशास्त्र व आनुवंशिक संस्कारविज्ञान या जीविशास्त्रांतील दोन प्रमुख अंगांचा समावेश जीविवंशविज्ञानशास्त्रांत करण्यांत येतोः यासंबंधींच्या प्राचीन भारतीयांच्या कल्पना बृहदारण्यक, गर्भ या उपनिषदांमध्यें व वाग्भट, चरक इत्यादि वैद्यक ग्रंथांमध्यें आढळून येतात; पृ. ६२४—६२५—पिंडवृद्धिशास्त्राची वाढ अगदीं अलीकडे झाली असून व्हॉन बेएर यानें या शास्त्राचा पाया घातलाः आर रेमॅक, थिओडोर श्वॉन, इलीडेन, व्हॉन बिश्चाफ, कोस्टे, बाल्फोर, रॅथके, ई. हेकेल इत्यादि शास्त्रज्ञांनीं या शास्त्रांतील पुष्कळ शोध लावले; पृ. ६२५--६२६--आनुवंशिक संस्कारविज्ञानाच्या शास्त्रीय अभ्यासास डार्विननंतर सुरुवात झालीः त्यापूर्वीं डिमॉक्रिटस, हिपॉक्राटेझ, बफन वगैरे शास्त्रज्ञांनीं सूक्ष्म अंडगोलकामध्यें मनुष्याच्या नानाविध अवयवांचें बीज कसें राहूं शकेल हा प्रश्न सोडविण्याकरितां सार्वत्रिक जननवाद नांवाची उपपत्ति काढली होतीः परंतु वीझमनचा मूलांकुरात्मक सातत्यवाद प्रयोगसिद्ध असल्यामुळें तो आतां बहुतेक सर्वसंमत झाला आहे; पृ. ६२६--६२७—आनुवंशिक संस्कारविज्ञानांतील मुख्य मुख्य प्रयोगसिद्ध गोष्टी म्हणजे प्रो. कार्ल पिअर्सन याचा बहुप्रजोत्पादनशक्ति व दीर्घायुष्य हीं आनुवंशिक असतात हें सिद्ध करणारा पुरावा, फ्रान्सिस गाल्टन याचा प्रत्येक वंशाची मध्यमावस्था कायम राखण्याकडेच निसर्गाचा कल असतो हा सिद्धान्त व मेंडेलचा संकरसंततीसंबंधीं सिद्धान्त ह्या आहेतः जन्मानंतर परिस्थित्यनुरूप घडून येणाऱ्या विकृ-

तींच पुढील पिढींत संक्रमण होतें कीं काय या प्रश्नाचें उत्तर नकारार्थीच दिलें पाहिजे; पृ. ६२७-६२८—नूतन मानसेंद्रिय विज्ञानशास्त्रः मज्जाक्रियाधिष्ठित मानसशास्त्राचा जीविशास्त्रांत अंतर्भाव करण्यांत येतोः प्राचीन भारतीयांची मानसशास्त्रविषयक प्रगति तत्वज्ञान, साहित्य, कामशास्त्र, वैद्यक व विशेषतः योगशास्त्र यांसंबंधींच्या वाङ्मयावरून काढली पाहिजे; पृ. ६२८-६२९—१७ व्या शतकापूर्वीच्या पाश्चात्यांस मेंदू व मन यांचा संबंध आहे हें ज्ञान स्पष्ट नव्हतेंः अमेरिकन शास्त्रज्ञ डॉ. बेंजामिन रुश, फ्रेंच शास्त्रज्ञ पिनेल व त्याचा शिष्य एस्किरोल यांच्या वेड्या लोकांसंबंधीं सुधारणेच्या प्रयत्नांपासून मेंदू व मज्जातंतू यांसंबंधीं संशोधनास सुरुवात झालीः मस्तकविज्ञानशास्त्राचा उत्पादक डॉ. गॉल, डॉ. कास्पर स्पुर्झहीम, डेस्मौलिन्स इत्यादि विद्वानांनीं या विषयाचा बराच अभ्यास केला; पृ. ६२९-६३१—यानंतर डॉ. बेल याचा ज्ञानतंतू व प्रेरणातंतू या दोन प्रकारच्या मज्जातंतूंचा शोध लागून त्यानंतर मार्शल हॉल नामक विद्वानाचा प्रतिक्रियात्मक कार्यांचा शोध प्रसिद्ध झालाः या शोधामुळें थिओडोर श्वॉन याच्या नेतृत्वाखालीं रेमॅक, पुर्किंजे, हेन्ले, मूलर इत्यादि विद्वानांनीं सूक्ष्मदर्शकाच्या साह्याय्यानें मज्जातंतूच्या धाग्याचे गुणधर्म शोधले; पृ. ६३१-६३२—क्लॉड बर्नार्ड या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें सप्रमाण असें सिद्ध केलें कीं, सूक्ष्म सहानुभूतिक मज्जातंतूंचें मुख्य कार्य धमन्यांचें संकोचन व रुधिरप्रवाहनियमन हें होय; पृ.-६३३—मनाचें सूक्ष्म स्वरूप कळण्याकरितां हर्बर्ट नामक विद्वानानें संशोधन सुरू केलेंः हेल्महोल्ट्झ व त्याचे डयुबाय, रेमंड इत्यादि अनुयायी यांनीं मज्जातंतूंमार्फत होणारी प्रेरणा एका सेकंदास सुमारें शंभर फूट या वेगानें जाते हें सिद्ध केलेंः गुस्टॉव्ह फेशनेर यानें मनःशरीरसंयोगविज्ञानशास्त्र हा नवीन ग्रंथ लिहून त्या शास्त्राची प्राणप्रतिष्ठा केली; पृ. ६३४—फेशनेरच्या ग्रंथामध्यें विवेचन केलेला इ. एच. वेबर याचा सिद्धान्त भेददर्शक संवेदनाप्रेरकांमध्यें एक ठराविक प्रमाण असतें हा होय; पृ. ६३४-६३६—याच सुमारास प्रो. डॉंडर्स, डॉ. विल्हेल्म वुंड्ट वगैरे संशोधकांनीं मज्जाजालांतील केंद्रभागांनां आपलीं कार्यें करण्यास लागणारा वेळ मोजतां येण्यासारखा असतो वगैरे शोध लाविले व अशा प्रकारचें संशोधन करण्याची चळवळ लवकरच सर्व यूरोपीय देशांत पसरली; पृ. ६३६-६३७—मॅगेंडीचा शिष्य मेरी जीन पेरी या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें ही गोष्ट सप्रयोग सिद्ध केली कीं, हृदयाला चैतन्याचा पुरवठा मेंदूचा पृष्ठवंशरज्जूशीं संबंध जोडणाऱ्या मध्यमस्तिष्कांतील मज्जातंतुकेंद्रामधून होत असतो व उच्च प्रतीच्या बौद्धिक गुणांचें मूलस्थान महामस्तिष्क होय; पृ.६३७-६३८—मेंदूतील कार्यविषयक स्थानाभिन्नत्वासंबंधीं शोध मुख्यतः डॉ. पॉल ब्रोका, डॉ. बॉइलार्ड, एकहार्ड, फ्रिश व हिटाझिग वगैरे अनेक विद्वानांनीं केलेः त्यांवरून पंचज्ञानेंद्रियांचीं मेंदूतील भिन्न भिन्न स्थानें निश्चित झालीं; पृ. ६३८-६४०—यानंतर शास्त्रज्ञांनीं लक्ष मेंदूच्या सूक्ष्म रचनेकडे लागलें व मेंदूच्या रंजित सूक्ष्म घटकांचें निरीक्षण करून असा एक निश्चित सिद्धान्त प्रस्थापित केला गेला कीं, मध्यवर्ती मज्जातंतुगोलक हेच मज्जातंतूंमार्फत होणाऱ्या हालचालींचें केंद्र होत; पृ. ६४०-६४२—मेंदूची रचना व मानसिक व्यापार यांचा संबंध कशा प्रकारचा असावा याबद्दलच्या गॉल्गी व कजेल यांच्या शोधांवरून मेंदूंत पृथक् पृथक् मज्जातंतुगोलक असतात व त्यांचे धागे संकोचविकासक्षम असल्यामुळें मज्जागोलकांचे अगदीं नव्या नव्या प्रकारें एकमेकांशीं संबंध येऊन विचारमालिका सुरु होते या गोष्टी सिद्ध झाल्या; पृ. ६४२-६४४—अतिभौतिक, मानसिक व आत्मिक व्यापारांचें भौतिक शास्त्राप्रमाणें संशोधन व्हावें म्हणून सांप्रत पुष्कळ संस्था अस्तित्वांत आल्या आहेत; पृ. ६४४—जगदीशचंद्र बोस या भारतीय शास्त्रज्ञाचे जीविशास्त्रांतील शोध वनस्पतींसंबंधीं असून त्यांनीं शोधलेलीं सूक्ष्म यंत्रें वगैरेंच्या योगानें शास्त्रीय ज्ञानांत बरीच भर पडली आहे; पृ. ६४४-६४५—व्यावहारिक उपयोगाच्या दृष्टीनें जीविशास्त्रास बरेंच महत्त्व आहे; पृ. ६४५.

[सं द र्भ ग्रं थ.—गोइटे—एसे ऑन दि मेटॅमॉर्फोसिस ऑफ पार्ट्स, भाषांतर. एरॅस्मस डार्विन—दि टॅंपल ऑफ नेचर, १८०७. कूव्हिए—थिअरी ऑफ दि अर्थ, न्यूयॉर्क १८१८. रॉबर्ट चेंबर्स—एक्सप्लेनेशन्सः ए सीक्वल टु व्हेस्टिजेस ऑफ क्रिएशन, लंडन, चर्चिल १८४५. ए. डार्विन—दि बोटॅनिक गार्डन. चार्लस डार्विन—दि ऑरिजिन ऑफ स्पीसीज. हेकेलचे ग्रंथ. जॉन हंटर—ऑन दि डायजेशन ऑफ दि स्टमक आफ्टर डेथ. जस्टिन लीबिग—ॲनिमल केमिस्ट्री, लंडन १८४३. पाश्चूर—स्टडीज ऑन फर्मेन्टेशन, लंडन, १८७९. हर्बर्ट स्पेन्सर—प्रिन्सिपल्स ऑफ सायकॉलॉजी, लंडन १८५५. आगस्ट वेसमन—स्टडीज इन दि थिअरीज ऑफ डिसेंट. हर्मन लोट्झे—मेडिझिनिश्चे सायकॉलॉजी, ऑडर फिजिऑलॉजी डर सीलें, लिपझिग १८५२. बायॉलॉजिकल बुलेटिन ऑफ दि मरीन बायॉलॉजिकल लॅबॉरेटरी; मासिक. बायोमेट्रिकल नियतकालिक. जॉन हॉपकिन्स युनिव्हर्सिटी, मेमॉयर्स फ्रॉम दि बायालॉजिकल लॅबॉरेटरी. मरीन बायॉलॉजिकल असोसिएशन ऑफ दि युनायटेड किंग्डम, प्लायमाऊथ. दि अमेरिकन जर्नल ऑफ सायकॉलॉजी. वाजसनेयि संहिता; शतपथब्राह्मण; आश्वलायन गृह्यसूत्रें; मॅकडोनेल—वेदिक इंडेक्स. ऋग्वेदसंहिता; मनुस्मृति; दर्शनें; राजनिघंटु. मालपिघि—ॲनॉटोमिया प्लॅंटॅरम. हेल्स व्हेजिटेबल स्टॅटिक्स. रूडवेक—सिस्टिमा नॅटचूरा. बेंथम आणि हूकर—जिनेरा प्लॅंटरम. छांदोग्य, तैत्तिरीय उपनिषद. आर्काइव्ह्ज डी बायॉलॉजी त्रैमासिक, लीग. लामार्क—हिस्टरी नॅचरल डेस ऑनिमॉक्स सॅन्स व्हर्टेब्रस; सिस्टिम डेस कॉनेसन्सेर पॉझिटिव्हज डी ला होम रिसर्चेस सुर ला

ऑर्गनिझेशन डेस कॉर्प्स व्हिव्हंटस. ट्रेव्हिरेनस—बायॉलॉजिओडेर फिलॉसॉफी डेर लेबेन्डेन नेटूर. लामार्क—हायड्रोजिऑलॉजी. ओकेन—फिलॉसॉफी डेर नेटूर. सेंट हिलेयर—फिलॉसॉफी अनाटॉमिक. रॉबर्ट चेम्बर्स—व्हेस्टिजेस ऑफ दि नॅचरल हिस्टरी ऑफ क्रिएशन. वाग्भट, चरक इत्यादि आयुर्वेद ग्रंथ.प्लेटो—टिमिअस. बोस—रिस्पॉन्स इन दी लिव्हिंग अँड दी नॉन लिव्हिंग (१९०२); इलेक्ट्रोफिजिऑलॉजी (१९०७); रिसर्चेस आन इरिटॅबिलिटी ऑफ प्लँट्स (१९१३).]

प्रकरण १६ वें.

महाराष्ट्रीय महत्त्वाकांक्षा आणि तन्मूलक वैज्ञानिक व इतर कर्तव्यें

(पृ. ६४१—६५९)

राजकीय व सामाजिक बाबतींप्रमाणें ज्ञानविषयक बाबतींतहि स्वायत्तता संपादन करण्याची महाराष्ट्राची महत्त्वाकांक्षा आहे; कारण केवळ राजकीय स्वायत्तता प्राप्त झाली तरी ज्ञानविषयक स्वायत्ततेच्या अभावीं आपणांस परकीय तज्ज्ञांचें वर्चस्व कबूल करावें लागतें; पृ. ६४५—६४६—याकरितां आपलें राजकीय, सामाजिक, अर्थोत्पादक वगैरे सर्व व्यवहार शास्त्रीय पद्धत्यनुरूप आंखले पाहिजेत, व त्यासाठीं शास्त्रीय ज्ञान संपादन करण्याची अत्यंत आवश्यकता आहे; ६४६—६४७—परदेशांतील सुधारलेल्या युनिव्हर्सिट्यांप्रमाणें आपल्या युनिव्हर्सिट्यांनीं सुधारलेल्या शिक्षणपद्धती व परीक्षापद्धती न स्वीकारून व स्वतःच कुटुंबपोषण करणाऱ्या लोकांच्या दुय्यम किंवा उच्च शिक्षणाची तजवीज, देशी भाषेंत अध्यापन, खऱ्या शास्त्रीय ज्ञानाचा विकास, इतिहाससंशोधन इत्यादि गोष्टींकडे दुर्लक्ष करून तरुण भारतवर्षाची मोठी गुन्हेगारी केली आहे; पृ. ६४७—तसेंच आपलें मूलगृह्यकालीन व पर्शुभारतीयकालीन अभ्यासाकडे दुर्लक्ष असून वैदिक व बौद्धिक वाङ्मयाच्या अभ्यासांतील परावलंबीपणा सुप्रसिद्ध आहे; पृ. ६४७—६४८—फक्त बुद्धोत्तरकालीन वाङ्मयाच्या अभ्यासाच्या बाबतींत आपली स्थिति कांहीं अंशीं उत्साहजनक असून, उत्तरकालीन संस्कृत वाङ्मयाचें पौर्वापर्यत्व पाहणें, पुराण शिलालेखांचा अभ्यास, वैय्याकरणांचा ऐतिहासिक अभ्यास या विषयांत भारतीय लोकांचें थोडेंबहुत स्वातंत्र्य दिसून येत आहे; पृ. ६४८—महाराष्ट्राचा सर्वांगपरिपूर्ण इतिहास तयार होण्यास फारसी, फ्रेंच, पोर्तुगीज, जर्मन इत्यादि भाषांच्या अभ्यासाची आवश्यकता असून वैद्यक क्षेत्रांत व्यापकपणा येण्याकरितां सरकारी शास्त्रीय खात्यांत आपण प्रवेश करून घेतला पाहिजे; पृ. ६४८—६४९—आपल्या आयुर्नियमनांत अडाणी धर्मशास्त्रानें घडून आलेल्या दोषांचें उच्चाटन शास्त्रविकासानुरूप झालें पाहिजे, व निरनिराळ्या शास्त्रांचा मानवी आयुष्याशीं असलेला संबंध ज्ञात करून घेण्यास प्रत्येक शास्त्रांत आपले स्वतःचे प्रतिनिधी तयार झाले पाहिजेत; पृ. ६४९—६५०—शास्त्रज्ञानप्रसाराबरोबर, मोठ्या प्रमाणावरील उत्पादनाचा अभाव, भांडवलाची अडचण, श्रीमंत वर्गाचें उदासीनत्व, व्यापारी महत्त्वाकांक्षेचा अभाव इत्यादि सामाजिक व्यंगें दूर करण्याचे प्रयत्न झाले पाहिजेत, व त्याबरोबरच आयुर्मानाची वाढ करण्याकरितां अवश्य असणाऱ्या सुधारणा घडवून आणण्याचेहि शक्य ते प्रयत्न झाले पाहिजेत; पृ. ६५०—६५१—आर्थिक उन्नति घडवून आणण्यासचीं राष्ट्रांतील अमूल्य संपत्ति जी तरुण पिढी तिला उत्तेजन देऊन तीस उपजीविकेचीं निरनिराळीं क्षेत्रें दाखविणें, तिजकडून परदेशगमन करविणें, शिक्षण, वैद्यकखातें, दानखातें इत्यादींची वाढती जबाबदारी अंगावर घेणें व परकीय सरकारच्या अंमलाखालीं सुद्धां आपलीं कर्तव्यें पार पाडण्याचा प्रयत्न करणें या गोष्टी करून, शिवाय मध्यवर्ती बँकेची स्थापनाहि आवश्यक आहे; पृ. ६५१-६५३—अल्पशिक्षणप्रसार, कलाविषयक अभिरुचीचा अभाव, आत्यंतिक स्वदेशाभिमानजन्य प्रगमनशून्यता, इत्यादि गोष्टींमध्यें महाराष्ट्रच पहिल्या नंबरचा अडाणी आहे; आपली स्थिति सुधारण्यासाठीं भाषावार प्रांतरचना वगैरे हितकर गोष्टी घडवून आणण्यास सरकारास भाग पाडलें पाहिजेः दयार्द्र लोकांच्या पैशावर संस्था काढून सरकारास फुकटखाऊ बनविण्याची महाराष्ट्रीय वृत्ति अपायकारक आहे; पृ. ६५३--६५५—राष्ट्रहितासाठीं वैयक्तिक हितावर पाणी सोडून उपयोगी नाहीं, तर कर्तृत्ववान् पुरुषांनीं सर्व जग हें आपलें उद्योगक्षेत्र आहे असें समजलें पाहिजे; पृ. ६५५--६५६—वस्तुतः न्यायनिवाडे देणारें धर्मशास्त्र व द्वैताद्वैतमतें प्रतिपादन करणारे शंकररामानुजादि पारमार्थिक संप्रदाय यांचा मुळांत कांहीं संबंध नव्हता व पुढेंहि असतां कामा नयेः या दृष्टीनें सांप्रत शंकराचार्यपीठांचा राष्ट्रास कांहीं एक उपयोग नाहींः आजच्या बदललेल्या परिस्थितींत विवाहादि संस्कारधर्मास व्यापक अथवा जास्त उदार स्वरूप दिलें गेल्याशिवाय त्यांना चिरस्थायिकता येणार नाहीं; पृ. ६५६-६५७—देवालयांसारख्या पारमार्थिक संस्था किंवा निरनिराळ्या जातींचे फंड इत्यादि दुसऱ्या लोकोपयोगी संस्था योग्य लोकनियंत्याच्या अभावीं एक अगर कांहीं नियमित विशिष्ट व्यक्तींच्या हातांत जाऊन त्या लोकोपयोगी कार्यें न करतां केवळ इस्टेटी वाढविण्याची खटपट करतील तर त्या चोरच समजाव्यात; हिंदुस्थानांत दानशास्त्राची हेळसांड होत आहे; ६५७—ब्राह्मण ग्रंथांतील ध्येयच आज राष्ट्रसंघ पार पाडण्याच्या मार्गास लागला आहे; ६५८—साम्राज्याचा राष्ट्रस्वरूपी मनुष्यसमुच्चयाशीं संबंध दोन प्रकारचा असतो; ६५८—राष्ट्रसंघाच्या स्थापनेमुळे दुसऱ्याचें राष्ट्रीयत्व ठार करण्याची कल्पना नाहींशी होऊन संयुक्त राज्यपद्धतीनें संयुक्त होण्याचें ध्येय विकास पावणार; हिंदुस्थान सरकार शास्त्रीय प्रयत्न पृ. ६५९. [परिशिष्ट; पृ. ६६०.]

महाराष्ट्रीय ज्ञानकोश.

प्रस्तावनाखंड.

विभाग पांचवा.

विज्ञानेतिहास.

प्रकरण १ लें.

शास्त्रघटना आणि शास्त्रेतिहास.

जगाच्या इतिहासाचा एक महत्त्वाचा भाग म्हटला म्हणजे जगाच्या ज्ञानाचा इतिहास होय. ज्ञानकोशकारांस तर हें इतिहासाचें अंग अत्यंत महत्त्वाचें होय.

या इतिहासाची अपूर्णता.—जगाच्या ज्ञानाचा इतिहास देतांना ज्या एका उणीवीकडे लक्ष ओढलें पाहिजे ती उणीव ही कीं, कोणत्याहि काळाच्या ज्ञानकक्षेसंबंधानें विवेचन साहित्याच्या अभावीं अपूर्ण रहाणार, कारण समाजांतील सर्वच ज्ञान ग्रंथीं व्यक्त होत नाहीं आणि जें ग्रंथीं व्यक्त होत नाहीं त्याचें अस्तित्व कळणें कठीण होतें. समाजांत असें पुष्कळ ज्ञान असतें कीं, त्याची समाजासच जाणीव नसते. समाजांत चालू असलेल्या सर्व प्रकारच्या व्यवहारांचें आज तरी वर्णन कोठें सांपडेल ? प्रत्येक व्यवहारांत प्रत्येकास जो अनुभव प्राप्त होतो तो कोठें लिहिला जातो ? प्राचीनांचें, उदाहरणार्थ इजिप्त-बाबिलोनियामधील लोकांचें ज्ञान कितपत असावें याविषयीं आज आपण जें लिहूं तें फारच सावधगिरीनें लिहिलें पाहिजे.

ज्ञान लेखस्वरूप केव्हां पावतें.—समाजांत असणाऱ्या ज्ञानापैकीं कांहीं थोड्या अंशाचाच अंतर्भाव ग्रंथांत होतो. तथापि अलीकडचीं कांहीं वर्षें मात्र प्रगमनशील समाजांत अशी स्थिति उत्पन्न झाली आहे कीं, समाजांतील ज्ञानाचा बराच मोठा अंश लेखरूपानें व्यक्त होत आहे. तथापि ती स्थिति हिंदुस्थानांत आली आहे असें अजून म्हणतां येणार नाहीं. समाजांतील अनेक व्यवहारांवर आपल्याकडे वाङ्मयच नाहीं.

ज्ञानाचा इतिहास देतांना अज्ञानाचा इतिहास देणें हेंच पुष्कळदां मोठें काम होऊन बसतें. अनेक गोष्टींचें खरें स्वरूप समजण्यापूर्वी त्या गोष्टींविषयीं समाजांत कल्पनांचा अभावच असतो असें नाहीं, तर चुकीच्या कल्पना असतात. ज्ञानाभाव नसून ज्ञानाभास असतो. ज्ञानास ज्ञानाभासाची कोंडी फोडून बाहेर पडावें लागतें. चुकीच्या समजुतीवर पुष्कळांचें पोट किंवा उत्पन्न किंवा महत्त्व अवलंबून असतें. असा प्रकार झाला म्हणजे विज्ञानेतिहासाला धार्मिक, सामाजिक किंवा राजकीय इतिहासाचें स्वरूप येऊं लागतें, व विज्ञानेतिहासहि बराच मनोरंजक होतो.

जगाचा वैज्ञानिक इतिहास लिहितांना त्या इतिहासाचा प्रारंभींचा भाग सामान्य प्रकारच्या वाङ्मयांतून काढला पाहिजे. एवढेंच नव्हे तर ज्ञानाचा परिणाम ज्या वास्तुशिल्पादि वस्तूंवर होतो त्या वस्तूंवरून काढला पाहिजे. हा इतिहास काढतांना ज्या प्रकारच्या साहित्याशीं आपली गांठ पडते तें साहित्य अनेक प्रकारचें आहे आणि तें सर्व देशांत सांपडतें. आपणांस वाङ्मयें व तीं उत्पन्न करणारीं राष्ट्रें यांच्या एकंदर कर्तृत्वाचा हिशोब घेतला पाहिजे. बरेंचसें ज्ञानेतिहासबोधक साहित्य सर्वसामान्य वाङ्मयांतून किंवा विशिष्ट पारमार्थिक संप्रदायांच्या वाङ्मयांतून विखुरलेलें सांपडतें. पारमार्थिक संप्रदायांच्या वाङ्मयांत केवळ ईश्वरविषयक गोष्टी नसतात, तर ज्यांस आपण ज्ञान किंवा उच्च प्रकारचे विचार म्हणूं अशा प्रकारचें साहित्य असतें. या कारणामुळें अनेक पारमार्थिक संप्रदायांकडे आणि जगद्विषयक सिद्धांत काढूं पहाणाऱ्या तत्त्ववेत्यांच्या ग्रंथांकडे आपणांस पाहिलें पाहिजे. हे संप्रदाय व त्यांस अनुसरणारे तत्त्ववेत्ते पंडित एकाच देशांत किंवा एकच भाषेंत ग्रंथ निपजविते झाले नाहींत. चिनी, संस्कृत, आरबी, ग्रीक, लाटिन, इंग्रजी, जर्मन इत्यादि सर्व प्रकारच्या प्राचीन आणि अर्वाचीन भाषांमधून या विषयास सजविणारें वाङ्मय सांपडतें. विचारसंप्रदाय जे निर्माण होतात ते निरनिराळ्या भाषांमधून दग्गोचर होतात त्यामुळें आपणांस एखाद्या विचारसंप्रदायाची परंपरा पहाण्यासाठीं अनेक भाषांतील ग्रंथांकडे जावें लागतें.

विज्ञानेतिहास लिहिण्याची पद्धति.—ज्ञान निरनिराळ्या राष्ट्रांत उत्पन्न होतें. त्याची प्रगति कांहीं ठिकाणीं अधिक जोराची तर कांहीं ठिकाणीं मंद; ज्या विषयासंबंधानें ज्ञान उत्पन्न होतें ते विषय निरनिराळ्या ठिकाणीं निरनिराळे; अशा प्रकारची स्थिति असतां जगाच्या ज्ञानेतिहासाचे भाग तरी कसे पाडावयाचे ? ते भाषेप्रमाणें पाडतां येतील, ज्या वस्तू ज्ञानविषय आहेत त्या वस्तूंप्रमाणें पाडतां

येतील. प्रत्येक ठिकाणीं ज्ञानप्राप्तीचें साहित्य आहेच. आणि निरनिराळ्या राष्ट्रांचा परस्पर संबंध असल्यामुळें एकमेकांशीं ज्ञानाची देवघेवहि आहेच. यामुळें हा इतिहास लिहितांना बरीच गुंतागुंत होणार या गुंतागुंतीशिवाय इतिहासलेखनाचें काम कठीण करणारी आणखी एक गोष्ट म्हटली म्हणजे विषयाची व्यापकता होय. या व्यापकतेमुळें आपलें कांहीं गोष्टींकडे दुर्लक्ष होणारच. आणि वैयक्तिक आवडीनिवडीचा प्रसंग येणार. हा इतिहास लिहितांना आपण कोणत्या गोष्टीकडे विशेष लक्ष द्यावयाचें हा आणखी मोठा महत्वाचा प्रश्न आहेच. खालील गोष्टींस अधिक महत्व द्यावयाचें आम्हीं योजिलें आहे.

(१) प्राथमिक ज्ञानाची निरनिराळ्या राष्ट्रांत उत्पत्ति.

(२) व्यापक विचाराचा आणि त्यांतल्या त्यांत विश्वोत्पत्तिविषयक विचाराचा विकास.

(३) ज्ञान मोठ्या प्रमाणांत एका राष्ट्राकडून दुसऱ्या राष्ट्राकडे गेलें असल्यास त्या कालाचें वर्णन म्हणजे कोणत्याहि संस्कृतीचें अतिस्थूलत्व.

(४) ज्ञानविकासास कारण झालेल्या मोठ्या गोष्टी व क्रांतिस्वरूपी शोध.

(५) चालू जगाचें ज्ञानक्षेत्र व ज्ञानविरोधक भावांचें चित्र.

(६) राष्ट्रांचें ज्ञानैक्य, आणि ज्ञानरचनेची एकसूत्रत्वाकडे प्रगति.

विज्ञानेतिहास हा मनुष्येतिहासाचा एक भाग आहे आणि मनुष्यप्राण्याच्या निरनिराळ्या ठिकाणीं व निरनिराळ्या काळीं होणाऱ्या बौद्धिक चळवळी हा त्यांचा विषय होय, या दृष्टीनें वरील मुद्दे महत्वाचे आहेत. केवळ विशिष्ट ज्ञानसंचयाच्या विकासाचें स्पष्टीकरण करण्याच्या दृष्टीनें हे महत्वाचे नाहींत. जगांतील सर्व ज्ञान हें एक समुच्चय होय किंवा विशिष्ट ज्ञानांग अथवा शास्त्र हें देखील एक समुच्चय होय असें धरून त्याचा इतिहास लिहावयाचा मनांत आणल्यास, म्हणजे कोणा राष्ट्राचें ज्ञान कितपत होतें इत्यादि विचार मनांत न आणतां केवळ विशिष्ट ज्ञान कसें वाढलें याचा इतिहास लिहावयाचा झाला तर तो जरा निराळ्या तऱ्हेनें लिहावा लागेल. ज्ञानविकासाच्या पायऱ्या नियमित पण परिचित परिकरांत शोधाव्या लागतील. प्राचीन राष्ट्रांच्या ज्ञानविकासाच्या निरनिराळ्या पायऱ्या आपणांस उपलब्ध नाहींत. ज्ञानक्षेत्रांत संचार करणाऱ्या आणि विजय मिळविणाऱ्या प्राचीन व्यक्तींचे इतिहास अगदींच अपरिचित आहेत. त्यामुळें वैज्ञानिक इतिहासांत ज्ञानवृद्धीचे किंवा शास्त्रवृद्धीचे नियम शोधावयाचे झाले तर अर्वाचीन यूरोपाच्या ज्ञानसंचयाकडेसच लक्ष दिलें पाहिजे.

शास्त्रीय ज्ञानाचा इतिहास अवगत करून घेतांना शास्त्रविकास कसा होतो, शास्त्र आणि शब्दजाल यांचें पृथक्करण कसें केलें पाहिजे, इत्यादि गोष्टींविषयीं स्थूल कल्पना असल्यास इतिहासावगम सोपा होईल. म्हणून त्याहि आम्हांस प्रारंभीं दिल्या पाहिजेत.

व्यापक क्षेत्रांकडे लक्ष.—ज्ञानाचा इतिहास लिहितांना लेखकाकडून एक क्रिया होत असते. जें ज्ञान अधिक महत्त्वाच्या गोष्टींसंबंधानें असेल तिकडे अधिक लक्ष जातें, आणि जें विधान केवळ एकाकी विशिष्ट गोष्टींसंबंधानें नसून नियमरूपाचें असेल त्याला अधिक महत्त्व दिलें जातें. तसेंच एखादा नियम जितका अधिक व्यापक असेल तितकें त्यास महत्त्व अधिक दिलें जातें; यामुळें व्यापक नियमरूपी आणि विश्वांतील अतिशय महत्त्वाच्या गोष्टींविषयीं जें ज्ञान उपलब्ध झालें असेल तेंच विज्ञानेतिहासाचा महत्त्वाचा विवेचनविषय होतें. पुष्कळ प्रसंगीं अधिक गूढ गोष्टींवर मनुष्य आपल्या कल्पनाच लिहीत बसतो त्यामुळें बरेंचसें वाङ्मय उत्पन्न होतें. जगाचें वास्तविक ज्ञान जेव्हां फारच अत्यल्प होतें त्या काळापासून सर्व विश्वासंबंधीं सिद्धांत सांगणारे निघाले आहेत. आणि त्या प्रकारच्या लेखकांनीं प्रत्येक देशांत शास्त्रीय विचाराला गति देण्यापेक्षां वारंवार व्यत्ययच केला आहे.

जगांत चालू असलेल्या घडामोडी व भौतिक विषय यांचें अवगमन व वर्णन करण्याची व त्यांत कांहीं नियम मांडण्याची खटपट पूर्वीपासून चालू आहे. या प्रकारचे नियम शोधून ते व्यापक नियमाच्या कक्षेंत मांडण्याचा प्रयत्न होत आहे. जगांतील कांहीं सामान्य क्रिया जर भौतिक नियमांनीं स्पष्ट करतां येतात तर सर्व विश्वोत्पत्ति देखील त्याच प्रकारच्या नियमांनीं कां स्पष्ट करतां येऊं नये? सर्व शास्त्रीय प्रश्नांत कठिण प्रश्न जो जगाची उत्पत्ति तिकडेच प्रत्येक काळच्या तत्त्ववेत्यांचें अधिकाधिक लक्ष जाऊं लागलें, आणि जगदुत्पत्तिविषयक सिद्धांतांशीं सृष्टींतील फेरफारांचे नियम जोडण्याचा प्रयत्न होऊं लागला. हा प्रयत्न करणारे जे लोक होऊन गेले ते मोठे तत्त्ववेत्ते होत असेंहि लोक मानूं लागले. आपल्याकडील दर्शनें, आणि यूरोपांतील "फिलासफी" नांवानें ओळखल्या जाणाऱ्या विचारपद्धती या दोन्हीं प्रकारच्या पद्धती भौतिक सृष्टीच्या घडामोडीचे सिद्धांत आणि अखिल विश्वाची उत्पत्ति हीं दोन्हीं मिळून होणारा व्यापक ज्ञानविषय हा आपला आहे, असें समजूं लागल्या.

शास्त्र आणि "फिलासफी" हा भेद अलीकडे यूरोपांत केला जातो. या दोहोंचा संबंध काय याविषयीं वादविवाद वारंवार होतात. कित्येक फिलासफी हें देखील शास्त्र समजतात.

या दोहोंमधला भेद दिवसानुदिवस कमी होत जाण्याचें कारण समजण्यास ज्ञानक्षेत्राच्या संवर्धनांत ज्या दोन तीन क्रिया झालेल्या आहेत त्या जाणल्या पाहिजेत. त्या क्रिया येणेंप्रमाणें: थोड्याशा प्रत्यक्षसंकलनानें नियम काढणें, आणि नियमावरून

दुसरे नियम काढणें, व याच पद्धतीच्या विस्तारानें अत्यंत व्यापक नियम काढणें ही एक क्रिया. दुसरी क्रिया म्हटली म्हणजे, जितकें निश्चितपणें ठाऊक असेल तेवढेंच मान्य करणें आणि व्यापक नियम काढण्यास भिणें. या दोन क्रिया होत असतां, म्हणजे निश्चित ज्ञानकणांचा समुच्चय होऊं लागला असतां उत्पन्न होणारी तिसरी क्रिया म्हटली म्हणजे पूर्वागत व्यापक विचार तपासणें. यांतील पहिल्या क्रियेनें जो माल तयार होई त्याला शास्त्र म्हणत. तिसरी क्रिया जशी वृद्धिंगत होऊं लागली तशी फिलासफी ही शास्त्राच्या सदरांत येऊं लागली.

सामाजिक इतिहास व ज्ञानेतिहास.—विज्ञानेतिहास आणि मनुष्येतिहास यांचा संबंध जोडतां येतो, तसाच विज्ञानेतिहास आणि भावांचें प्रामुख्य यांचा संबंध जोडतां येतो. साधारणपणें असें म्हणतां येईल कीं, ज्या ज्या राष्ट्रांची विज्ञानांत प्रगति झाली त्या राष्ट्रांचें महत्त्व राजकीय दृष्टया जगांत वाढलेंच. या विधानास आक्षेप थोडेसेच घेतां येतील. उदाहरणार्थ एखादें राष्ट्र ज्ञानसंचयांत कमी प्रतीचें असलें पण फार मोठें असलें, त्याचा व्यापार मोठा असला, त्याचें द्रव्य पुष्कळ असलें, त्याला साहाय्यक पुष्कळ असले, म्हणजे तें ज्ञानांत थोडेसें कमी असूनहि जय पावतें. असें कधीं कधीं होतें. पण ते अपवाद समजावेत.

विज्ञानेतिहास आणि राजकीय व आर्थिक इतिहास यांचा अन्योन्याश्रय कोणासहि नाकबूल करतां यावयाचा नाहीं.

विज्ञानेतिहास आणि सर्व सामान्य इतिहास यांतील संगति प्रत्येक काल घेऊन स्पष्ट करतां येते. ख्रिस्ती शकापूर्वी एक हजार वर्षांचा काल घेतला. तर असें म्हणतां येईल कीं जीं राष्ट्रें त्या वेळेस ज्ञानांत प्रमुख होतीं तीं राजकीय दृष्टीनें देखील प्रमुख होतीं. इजिप्त, बाबिलोनिया, हिंदुस्थान, चीन या राष्ट्रांचें त्या कालांत ज्ञानदृष्टीनें देखील महत्त्व होतें. ग्रीकांची व रोमन लोकांची वैज्ञानिक प्रगति व आर्थिक व राजकीय प्रगति या एककालीन आहेत. जेव्हां आरबांचा उदय झाला तेव्हां त्यांची त्याबरोबर ज्ञानाच्या बाबतींतहि प्रगति झालेली होती. मुसुलमानांनीं हिंदुस्थान जिंकलें तें रानटी लोकांनीं संस्कृत लोकांचा पाडाव केल्याचें उदाहरण नसून अधिक संस्कृत लोकांनीं कमी संस्कृत व अधिक मूर्ख अशा लोकांचा पाडाव केल्याचें उदाहरण आहे. जेव्हां पश्चिम यूरोपांतील राष्ट्रें महत्त्व पावलीं, तेव्हां त्यांनीं राजकीय व व्यापारविषयक यांबरोबर वैज्ञानिक प्रगति साधण्याचाहि यशस्वी यत्न केला. रशिया महत्त्व पावला त्या वेळेस रशियन झारनें आपल्या राष्ट्राच्या वैज्ञानिक विकासासाठीं देखील निकराची खटपट केली. आजच्या व्यापारी युगांत ज्या लोकांचें शास्त्रीय ज्ञान अधिक त्यांचा औद्योगिक व्यापहि अधिक अशी स्थिति आहे.

ज्ञानक्षेत्रविषयक स्थूल कल्पना.—विज्ञानेतिहास सांगण्यापूर्वी तो इतिहास मनोरम करण्यासाठीं आणि त्या इतिहासांतर्गत विकासाचे नियम स्पष्ट करण्यासाठीं वाचकांस ज्ञान व त्याचा सामाजिक संबंध यांविषयीं कांहीं गोष्टींची स्थूल कल्पना पाहिजे. त्या गोष्टी येणेंप्रमाणें:

(१) ज्ञान म्हणजे काय, शास्त्र म्हणजे काय, ज्ञान वाढत कसें जातें, ज्ञान वाढत असतां व नवीन ज्ञान आणि जुनें ज्ञान यांचें एकीकरण होत असतां काय क्रिया होतात, ज्ञान बरेंच जमलें म्हणजे त्याची रचना कशी करतात, इत्यादि गोष्टींविषयीं सामान्य कल्पना अभ्यासकास पाहिजेत. त्या कोणत्याहि एका संस्कृतींतील ज्ञानविकासाच्या अभ्यासानें मनुष्यास अवगत होतील.

(२) ज्ञानाच्या इतिहासांत मनुष्याच्या अहंकारमूलक अभिमानानें शास्त्र व शास्त्रद्वेष्टे यांत किंवा शास्त्राचे जुने उपासक व नवीन उपासक यांत द्वैत कसें उत्पन्न होतें, तसेंच ज्ञानक्षेत्रांत भिन्नसंप्रदाय कसे उत्पन्न होतात याविषयीं सामान्य कल्पना पाहिजेत. त्या ज्ञानविकास आणि ज्ञानाचें मनुष्याकडून ग्रहण या बाबतींत कांहीं धागे स्पष्ट करतील.

(३) ज्ञानाच्या इतिहासांत त्याच्या प्रसाराच्या इतिहासाचा अंतर्भाव होतो. ज्ञान दोन राष्ट्रांत निरनिराळ्या काळीं उत्पन्न झालें तर दोन राष्ट्रांच्या बौद्धिक परंपरा निरनिराळ्या असणार. राष्ट्राच्या संनिकर्षानें व ज्ञानाच्या प्रसारानें त्या भिन्न परंपरा एकत्रित होऊन जागतिक ज्ञानाचें एकत्व स्थापन व्हावयाचें तें स्थापन होतांना काय काय क्रिया होतात हाहि एक महत्त्वाचा विषय आहे. ज्या राष्ट्रांची संस्कृति अतिराष्ट्रीय होते त्या राष्ट्राच्याच इतिहासाचा तो केवळ भाग नव्हे. दुसरें राष्ट्र तें ज्ञान ग्रहण कसें करतें हा देखील इतिहासाचा विषय आहे. ग्रहण करणारें राष्ट्र जर विकसितवाङ्मयविहीन असलें तर तें राष्ट्र नवीन ज्ञान त्या भाषेबरोबरच घेईल व ज्ञानग्रहण करणारी भाषा ज्ञानप्रसारक भाषेची एक तऱ्हेची उपभाषा बनेल. उदाहरणार्थ, द्राविडी लोकांनीं संस्कृत भाषेंत गढलेल्या ज्ञानाचें ग्रहण केलें त्यामुळें द्राविडी भाषांच्या स्वरूपावर विशिष्ट परिणाम झाला. ज्ञानाचा प्रसार होऊन, व्यापक संस्कृति बनत असतां तींत होणाऱ्या क्रिया देखील इतिहासविषय आहेत.

(४) विज्ञानेतिहास हा मनुष्येतिहासाचा भाग आहे. ज्ञान उत्पन्न होतें तें मनुष्य आपल्या गरजा पुरवीत असतां किंवा जिज्ञासा तृप्त करून घेण्याकरितां जे शोध करतो त्या शोधाचें फल होय. विशिष्ट ज्ञान उत्पन्न झालें म्हणजे त्या ज्ञानांचा फायदा मनुष्य व्यवहारांत घेऊं लागतो. अशी परिस्थिति असल्यामुळें विज्ञानेतिहास हा मनुष्येतिहासाचा केवळ भागच आहे एवढेंच नव्हे तर मनुष्येतिहासाचा कारकहि आहे.

सारांश विज्ञानेतिहास आणि जगाचा एकंदर राजकीय आणि आर्थिक इतिहास यांची संगति जुळविली पाहिजे.

या चार मुद्यांवर थोडें अधिक विवेचन करूं. तें करावयाचें म्हणजे ज्ञानाचा विकास कसा झाला हें ज्ञानवृद्धीचा पूर्वेतिहास पाहून सांगावें लागेल आणि सांगतांना सामान्य प्रकारचें ज्ञान, आणि शास्त्रीय ज्ञान यांचा संबंध स्पष्ट करावा लागेल; आणि शास्त्राची उभारणी कशी होते, नवीन ज्ञानाचें उत्पादन कसें होतें, जमलेल्या ज्ञानाची मांडणी कशी करतात, या क्रियांचें स्पष्टीकरण करावें लागेल. या विवेचनांत स्पष्टीकरणाचे आणखी विषय ह्मटले ह्मणजे प्रयोग, अवलोकन, वस्तूंच्या अन्योन्याश्रयाचें शोधन, कार्यकारणभावाचें अवगवन, अवलोकनदोषनिवारणासाठीं यंत्रांचा उपयोग, व सामुच्चयिक अवलोकन, अनेक शास्त्रांचा ह्मणजे ज्ञानक्षेत्रांचा एकमेकांशीं संबंध, हे होत. प्रत्यक्ष आणि अनुमान यांच्या अल्पत्वामुळें किंवा आधिक्यामुळें होणारे ज्ञानक्षेत्रांत परिणाम ह्मणजे एका सिद्धांतापासून दुसरे सिद्धांत काढणें, या पद्धतीनें होणारी शास्त्रांची वाढ, व निव्वळ या पद्धतीवर भिस्त ठेवणारी मीमांसेसारखीं शास्त्रें व त्यांपासून भिन्न दिसणारीं मुख्यतः अवलोकनावर रचलेलीं शास्त्रें, या दोहोंचें विवेचन विज्ञानेतिहासावर प्रकाश पाडूं पहाणाऱ्या प्रस्तावनेंत पाहिजे, तसेंच शास्त्रप्रगतीस व्यत्यय उत्पन्न करणारे अनेक प्रकारचे अहंकार वाचकांस अवगत व्हवेत. शिवाय वाचकांच्या हेंहि लक्षांत आलें पाहिजे कीं, शास्त्रवर्धनाचें कारण ज्ञानक्षेत्रांकडे वारंवार अवलोकन हेंच नव्हे तर शास्त्राचा विषय जे भाव त्यांमध्येंहि एकसारखा फरक होत आहे हें होय.

शास्त्रांच्या इतिहासामध्यें केवळ शब्दांच्या अर्थाविषयीं अनिश्चयामुळें किंवा एकाच भावाचा नामनिर्देश करण्यासाठीं भिन्न शब्द वापरल्यामुळें जे ज्ञानसंचयांत घोटाळे उत्पन्न होतात, त्यांच्या इतिहासाचें जरी नाहीं तरी त्या घोटाळ्यांच्या स्वरूपाचें ज्ञान वाचकांस पाहिजेच.

शास्त्रांचा विकास होत असतां प्रत्येक कालखंडांत मनुष्याची, वस्तूंचें अस्तित्व आणि परिणामांचें कारण स्पष्ट करण्यास लावली जाणारी जी विचारशक्ति तींत अनुमान काढण्याच्या शक्तींत होणारे फरक देखील आपल्या लक्षांत येऊन विज्ञानेतिहास अवगमिला पाहिजे.तर विज्ञानेतिहास शास्त्र म्हणून लेखिल्या जाणन्या गंभीर पुस्तकांतूनच केवळ काढावयाचा नसून मनुष्यकृतींतून काढावयाचा असतो. यासाठीं कला म्हणून असलेल्या गोष्टी किंवा मनुष्यापयोगी गोष्टी यांकडे लक्ष दिलें पाहिजे. मनुष्याच्या क्रिया याच ज्या शास्त्रांचा भाग तीं शास्त्रें कलांपासून निराळीं करणें कठीण जातें. असो.

शास्त्रघटनापद्धति.—शास्त्र म्हणजे काय याच्या व्याख्या अनेक आहेत. शास्त्र म्हणजे ज्ञान असा अर्थ सर्वमान्य आहे. संस्कृतमध्यें शास्त्र हा शब्द आला त्या वेळेस शास्त्र शब्दाचा अर्थ, "नियमांनीं जें कांहीं तरी शासित होतें म्हणजे बांधलें जातें तें" असा होता. शास्त्राचा उगम आणि सामान्य ज्ञानाचा उगम एकच आहे. सामान्य ज्ञानच व्यवस्थित रीतीनें मांडलें म्हणजे शास्त्र झालें. सामान्य ज्ञान पुष्कळ जमलें म्हणजे थोडक्यांत सांगणें अवश्य होतें आणि शास्त्रांतील बरेचसे नियम आणि संज्ञापद्धति हीं उपलब्ध माहिती थोडक्यांत सांगण्यासाठींच आहेत.

शास्त्राची घटना कशी होत जाते हें निरनिराळ्या शास्त्रांच्या अवलोकनानें सांगतां येईल; आणि शास्त्र तयार करण्याचें शास्त्र आपणांस तयार करावयाचें झालें म्हणजे कोणत्याहि "भावां" (फिनॉमिना) चें क्षेत्र निराळें समजून त्याचें शास्त्र कसें करावें हा प्रश्न आला. यासंबंधानें डॉ. ह्यूएल यांनीं इंग्रजीमध्यें "नोव्हम् ऑरग्यानम रेनोव्हेटम" हा ग्रंथ लिहिला आहे. हा ग्रंथ लिहिण्यापूर्वीं त्यांनीं "इंडक्टिव" म्हणजे "अनुभवमूलक" शास्त्रें यांचा इतिहास लिहिला होता. शास्त्र बनतें कसें याचें पद्धतशीर विवेचन कोठें दिसत नाहीं. कांहीं नियम ह्यूएलसारख्याच्या ग्रंथांत आणि कांहीं कार्ल पीअरसनच्या "ग्रामर आफ सायन्स" सारख्या ग्रंथांतून इतस्ततः विखुरलेले दिसतात.

सामान्य ज्ञान आणि शास्त्रीय ज्ञान.—सामान्य ज्ञानास शास्त्र असें स्वरूप येत असतांना ज्या ज्या क्रिया होतात त्यांचा स्थूल मानानें खालीलप्रमाणें निर्देश करतां येईल.—

१. प्रत्यक्षसंकलन.—(इंडक्शन) सामान्य विचाराचा विषय जो विषय असेल त्याशीं सदृश आणि असदृश अशा अनेक भावांची (फिनामिनाची) मोजदाद करणें.

२. वर्गीकरण.—बरेचसे सदृश भाव एकत्र झाले म्हणजे त्यांचें वर्गीकरण करणें.

३. कार्यकारण शोध.—जे भाव दृष्टीस पडतील ते कशानें उत्पन्न झाले आणि त्यांच्यामुळें आणखी दुसरे कोणते भाव उत्पन्न होतात त्यांचा अन्वय म्हणजे कार्यकारणसंबंध लावणें. भावांचें रूपांतर होत असतांना रूपांतरास कारक अशा ज्या ज्या गोष्टी होत असतील त्यांची नोंद घेणें.

४. अवयवज्ञान.—वस्तूचे घटक जाणणें व तिच्या रूपांतरांत घटकाचे होणारे फेरबदल जाणणें. भावांचें स्वरूप बदलण्यापूर्वीं, जें स्वरूप असेल त्याचीं अंगें अनेक असतील. आणि भावांचें स्वरूप बदलल्यानंतर जो निराळा भाव उत्पन्न होतो त्याचें स्वरूप विविध असेल तर पूर्व भावाच्या कोणत्या अंगासुळें नवीन भावांतील कोणतें अंग उत्पन्न झालें याचा तपास करणें;

५. अवलोकनशुद्धि.—वरील प्रकारचें संशोधन करतांना आपल्या ज्ञानाची सुरुवात प्रत्यक्ष अनुभवापासून होते. प्रत्यक्षापासून ज्ञानाची सुरुवात सर्वांतच सारखी होते; परंतु जंगली मनुष्याचें प्रत्यक्षज्ञान व शास्त्रज्ञाचें प्रत्यक्षज्ञान यांत मोठा फरक आहे. केवळ प्रत्यक्षानें अत्यंत थोडें ज्ञान होतें. ज्ञानाचा विस्तार त्यावरून काढलेल्या अनुमानपरंपरेनें होतो.

पुष्कळशीं अनुमानें आपण प्रत्यक्षासारखींच समजतों. उदाहरणार्थ, आपण केवळ अवलोकनानें स्वरूपावरून चांदी, सोनें, मोतीं, वगैरे पदार्थांस नांवें देतों व ओळखतों. ज्या वेळेस आपण चांदी पहातों त्या वेळेस आपण एक चकचकीत नेहमींच्या परिचयाचा रंग पहातों आणि केवळ रंगावरून चांदी आहे असें ओळखतों. ह्या वेळेस चांदी पहात नसून अमुक चांदी आहे हें आपलें अनुमान असतें. अनुमानानें काढलेले सिद्धांत प्रत्यक्ष ज्ञानापासून फार दूरवर पोंचतील तेव्हां त्या अनुमानानें काढलेल्या ज्ञानास शास्त्र असें नांव द्यावयास हरकत नाहीं.

६. जेव्हां अनेक भाव समकालीन असतात, किंवा एकाची पुनरावृत्ति झाली म्हणजे दुसऱ्याची पुनरावृत्ति होऊं पहाते, तेव्हां त्या भावांमध्यें अन्योन्याश्रय स्वरूपाचा संबंध काय आहे हें पहावें लागतें.

७. कोणतेहि भाव संकीर्ण दिसले किंवा परस्परांशीं संबद्ध दिसले तर त्यांचें पृथक्करण व एकीकरण वारंवार करून पहाणें अवश्य होतें.

८ प्रत्यक्षापासून होणारें ज्ञान शास्त्रज्ञ केवळ अनुमानानेंच वाढवितो असें नाहीं तर तो यंत्रांनींहि वाढवितो. यंत्राशिवाय होणारें प्रत्यक्ष ज्ञान अस्फुट असेल तर यंत्राच्या साहाय्यानें तें स्फुट करणें, आणि जो अनुभव मंदत्वानें मिळत असेल तो तीव्रत्वानें मिळविणें इत्यादि क्रियांस यंत्रांचा उपयोग होतो.

९. शास्त्रघटनेमध्यें अनुभवसिद्ध गोष्टी दोन प्रकारांनीं गोळा करितां येतात. एक तर प्रयोग करणें. प्रयोग अचेतन पदार्थांवर कांहीं अंशीं वनस्पतींसंबंधानें आणि कांहीं अंशीं प्राणिवर्गासंबंधानें देखील करतां येतात. तथापि पुष्कळ भावक्षेत्र असें आहे कीं तेथें प्रयोग करणें शक्य नाहीं. उदाहरणार्थ आजकाल ज्याची बरीच वाच्यता चालली आहे तें सुप्रजाजननशास्त्र म्हणजे "युजेनिक्स" घ्या. या शास्त्रांतील ज्ञानासाठीं मनुष्यांवर प्रयोग करतां येणें शक्य नाहीं. झाडांवर आणि पशूंवर प्रयोग करून जीं तत्त्वें निघतील तीं म्हणजे सर्व प्राणिशास्त्राचीं तत्त्वें फारतर सुप्रजानिर्माणार्थ कल्पना सुचविण्यास उपयोगीं पडतील. अनुभवसिद्ध गोष्टी किंवा सत्यें मिळविण्याचें दुसरें साधन अवलोकन. बऱ्याच प्रसंगीं प्रयोगाची अशक्यता असल्यामुळें ज्ञानाचें उत्पादन चालू परिस्थितीच्या अवलोकनानेंच होत आहे. अर्थात् चांगल्या शास्त्रज्ञास अवलोकनापासून सत्य अधिक काढतां येतें व अवलोकन पद्धतशीर कसें करावें हें समजतें. अवलोकनांत पद्धति आणण्याकरितां झालेल्या प्रयत्नांत दोन हेतू होते. (१) थोडक्या भावांवरून सिद्धांत काढण्यापेक्षां सदृश भावांचा संग्रह मोठा केल्यास स्थानिक व नैमित्तिक कारणांमुळें भावक्षेत्रांत जर कांहीं विशेषत्व आलें असलें तर तें विशेषत्व मोठया समूहांत विलीन होऊन सामान्य समूहविषयक सिद्धान्त काढतां यावा आणि (२) निरनिराळ्या कालीं होत असलेल्या फेरफारांची नोंद करतां यावी. या दोन हेतूंमुळें "स्टॅटिस्टिक्स" म्हणजे "अंकपद्धति" लोकप्रिय झाली. मानवशास्त्रामध्यें पुष्कळदां प्रयोग शक्य आहेत; पण,हे प्रयोग यशस्वी होण्यासाठीं अवलोकनकौशल्यच अधिक पाहिजे. उदाहरणार्थ आजपर्यंतचे बरेच झालेले सभाजव्यंग-निवारणविषयक ह्मणजे दानविषयक प्रयत्न प्रयोगच आहेत.

शास्त्रांचें वर्गीकरण व रचना.-हीं कशीं करावींत या संबंधानें यूरोपांत अद्याप वाद चालत आहेत. तथापि सर्वमान्य झालेलें एक तत्त्व ह्मटलें ह्मणजे अनेक पद्धती उपयुक्त आहेत व अमुकच तऱ्हेचें शास्त्राचें वर्गीकरण केलें पाहिजे असा हट्ट धरूं नये हें होय. गेल्या शतकांतील शास्त्रीय वर्गीकरणासंबंधाचा प्रसिद्ध वाद ह्मटला ह्मणजे स्पेन्सर यानें केलेला होय. कोंट या फ्रेंच तत्त्ववेत्त्यानें शास्त्राची रचना महत्त्वांकित सोपान-परंपरेच्या पद्धतीनें केली होती; आणि ती पद्धति स्पेन्सरला मान्य नव्हती. स्पेन्सरचें मत असें होतें कीं एका शास्त्रापेक्षां दुसरें शास्त्र उच्च असें न समजतां अनेक शास्त्रें समान दर्जाचीं समजलीं जावीं. स्पेन्सरच्या विचारपद्धतीचें येथें थोडें दिग्दर्शन केल्यास निरनिराळ्या शास्त्रांच्या अंतर्घटनेची थोडीशी कल्पना येईल. स्पेन्सर ह्मणतो कीं शास्त्रें

(१) ज्या निरनिराळ्या कल्पनांनीं आपणांस जगांतील भाव गोचर होतात त्या निरनिराळ्या कल्पना शिकविणारीं असतात किंवा,

(२) त्या भावांचीच माहिती करून देणारीं असतात. आणि ती माहिती शास्त्रें

(अ) एक तर मूलतत्त्वांच्या रूपानें देतात किंवा

(आ) साकल्याच्या स्वरूपानें देतात.

पहिल्या वर्गांत गणित व तर्कशास्त्र उर्फ न्यायशास्त्र हीं स्पेन्सर घालतो. "एक" हा कांहीं भाव नाहीं. वस्तु एक या कल्पनेंत आपणांस गोचर झाली आहे. तसेंच, कार्यकारण-संबंध ही कांहीं वस्तु नाहीं. कार्यकारणसंबंध ही एक कल्पना आहे, आणि त्या कल्पनेच्या साहाय्यानें आपणांस वस्तूंचे गुणधर्म गोचर होतात ह्मणून असल्या शास्त्रांस तो केवलभावात्मक (अबस्ट्रॅक्ट) शास्त्रें ह्मणतो.

दुसऱ्या प्रकारच्या शास्त्रांमध्यें दोन प्रकार दिले आहेत. ते (अ) व (आ) या खालीं घातले आहेत. ज्या ज्ञानक्षेत्रांतील वस्तूंचें साकल्यानें ज्ञान करून घ्यावयाचें त्या ज्ञानक्षेत्रास केवलद्रव्यात्मक (कॉंक्रीट) शास्त्रें असें स्पेन्सर म्हणतो, आणि ज्या ज्ञानक्षेत्रांतील भावांचें अगर वस्तूंचें मूलतत्त्वाच्या रूपानें ज्ञान होतें त्यांस तो भाव-वस्त्वात्मक (अबस्ट्रॅक्ट कॉंक्रीट) असें म्हणतो. केवळ वस्त्वात्मक शास्त्राचें उदाहरण ह्मणजे "प्राणिशास्त्र" होय. येथें अखिल प्राणिवर्ग अभ्यासावयाचा आहे. येथें जें कांहीं

मूलतत्त्वस्वरुप शास्त्रीय लेखनास येतें त्याचें कारण एका नियमांत बऱ्याच गोष्टींचा समावेश करावयाचा हें होय. नियम दोन प्रकारचे आहेत. जेथें सृष्टींतील एकस्वरूपता गृहीत धरली असते ते खरे नियम होत. परंतु जेथें एकस्वरूपता गृहीत धरली नसून केवळ भाव अगर कार्यें हीं संकलित रीतीनें सांगण्याकरितां सूत्ररूप लेखनाचा अवलंब केला जातो तेथें त्यासहि नियम म्हणण्याचा प्रघात आहे. परंतु या दोन प्रकारच्या नियमांत वस्तुतः भिन्नता आहे ही गोष्ट स्पेन्सर पुढें आणूं पहातो. भाववस्त्वात्मक शास्त्रांत स्पेन्सर रसायनशास्त्र आणि पदार्थविज्ञान यांचा अंतर्भाव करतो.

शास्त्र आणि तत्त्वज्ञान.–निरनिराळ्या भौतिक शास्त्रांचा अभ्यास करतांना त्या सर्वांस सामान्य असें कांहीं तत्त्वज्ञान लागू पडतें. " थिअरी ऑफ एव्होल्युशन " उर्फ " विकासवाद" म्हणून स्पेन्सरनें ज्या मताचा आपल्या " सिंथेटिक फिलासफी " मध्यें अनुवाद केला आहे त्यास "फिलासफी" म्हणण्याचा प्रघात आहे. स्पेन्सरनें " फिलासफी " या शब्दाची अशी व्याख्या केली आहे कीं, " फिलासफी " म्हणजे शास्त्रांचें शास्त्र. ' फिलासफी ' या शब्दाला जे अनेक अर्थ निर्माण झाले आहेत त्यांतील इतर अर्थ वजा करून स्पेन्सरच्याच अर्थास प्राधान्य द्यावयाचें अशी पुष्कळ शास्त्रज्ञांची प्रवृत्ति आहे. तर, या 'फिलासफी' चा म्हणजे शास्त्रांच्या शास्त्राचा विशिष्ट शास्त्रघटनेशीं संबंध काय तें पाहूं.

जगांत ज्या मोठमोठ्या घडामोडी होतात त्या घडामोडींनीं इतर लहान घडामोडींचा सर्व आयुष्यक्रम ठरविला जातो. तर प्रत्येक लहानशा अभ्यासक्षेत्रामध्यें जे अनेक भाव आढळतात त्यांचा कार्यकारणसंबंध लावावयाचा हें जरी कार्य असलें तरी त्या सर्वांवर परिणाम घडविणाऱ्या ज्या गोष्टी आहेत तिकडे शास्त्रज्ञानें लक्ष दिलेंच पाहिजे. म्हणजे एकंदर जगांतील सर्व प्रकारच्या विवर्तांची माहिती जितकी शास्त्रज्ञांस असेल तितकें त्यांचें संशोधन व शास्त्ररचना हीं शुद्ध रहातील. यासाठीं शास्त्रज्ञास फिलासफीची म्हणजे शास्त्रांच्या शास्त्राची अवश्यकता आहे.

शास्त्र आणि प्रत्यक्ष.—प्रत्येक शास्त्रांत संशोधन करतांना अनेक ज्ञानोत्पादक पद्धतींची, व अवलोकनदोष टाळण्याच्या पद्धतींची माहिती असावी लागते. तथापि, जी सर्वसाधारण विचारपद्धति शास्त्रांत प्राधान्यें करून दिसून येते ती येणेंप्रमाणें:—संशोधकाच्या मनांत कोणत्याहि संशोधनप्रसंगीं काय असावें याविषयीं एक कल्पना बनलेली असते. ती कल्पना बरोबर आहे किंवा नाहीं हें पहाण्यासाठीं तो साहित्य गोळा करतो. आणि साहित्याच्या अभ्यासानंतर त्याची मूळची अंधुक कल्पना बरीच निश्चित होते किंवा तींत महत्त्वाचे फेरफार होतात. ही एक सामान्य पद्धति झाली. दुसरी पद्धति म्हणजे बऱ्याचशा सदृश गोष्टी अगोदर जमा करावयाच्या आणि नंतर त्यांच्या अभ्यासानें जे नियम निघतील ते निघूं द्यावयाचे. या दोन पद्धतींमध्यें वस्तुतः तीव्र भेद नाहीं. कारण साहित्य जमां करावयाच्या अगोदर, त्याच्या उपयोगासंबंधानें कांहीं तरी कल्पना असल्याशिवाय साहित्य जमाच करतां येणार नाहीं. आणि जो आपल्या मनांत कांहीं तरी कल्पना अगोदर बसवितो आणि मग साहित्य जमवितो त्याची कल्पना देखील साहित्यमूलकच असते. या दोन पद्धतींत फारसा फरक नसतांना त्यांच्याविषयीं अकांडतांडव बरेंच झालें आहे. साहित्य आधीं कीं कल्पना आधीं, हा वाद बीज आधीं कीं वृक्ष आधीं या वादाप्रमाणेंच वायफळ आहे. साहित्यमूलक (ए पॉस्टिरिओरि) आणि मतमूलक (एप्रायोरि) सिद्धांत हे दोन्ही एकमेकांच्या साहाय्यानें तपासले पाहिजेत.

शास्त्र आणि शाब्द प्रमाणः—अनुभव बाजूला ठेवून केवळ शब्द सत्य धरून त्यावर अनुमानपरंपरा बसविणें ही विचारपद्धति यूरोपांत पुष्कळ वाढली होती आणि त्यामुळें शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीस बराच अडथळा आला. या पद्धतीचें अत्यंत परिणत स्वरूप जैमिनीच्या मीमांसेंत जेवढें आहे तेवढें जगांत कोठेंहि नसेल. हिंदुस्थानांत शास्त्रीय ज्ञान तयार होऊं लागलें तें एका दृष्टीनें शब्दमूलक होतें. सर्व ज्ञान वेदमूलक आहे हें तत्व प्रत्येक शास्त्रास गौरव आणण्याकरितां उद्गारिलें आहे. परंतु, ज्याप्रमाणें एखाद्या अडाणी लोकांची भाषा भाषाशास्त्रज्ञ अभ्यासाकरितां घेतो त्याप्रमाणें हिंदुस्थानांतील शास्त्रज्ञांनीं वेदांचा उपयोग साहित्य या रूपांतच केला. वेदवाक्य सिद्ध सत्य म्हणून कधींच धरलें नाहीं. उदाहरणार्थ वेदांगें घ्या. समजा आज जर कोणीं शेक्सपिअरच्या अभ्यासासाठीं खटपटी केल्या तर त्या अनेक प्रकारच्या होतील. कोणी शेक्सपिअरमधील वृत्तें व छंद यांचाच अभ्यास करील (छंद); कोणी शेक्सपिअरचीं नाटकें रंगभूमीवर आणतांना वाक्यें चांगलीं म्हणावीं कशीं याकरितां शेक्सपिअरमधील स्वराघातावर लिहील (शिक्षा); कोणी शेक्सपिअरमधील व्याकरणाच्या प्रयोगांचा अभ्यास करील (व्याकरण); कोणी शेक्सपिअरकालच्या चालीरीती किंवा नाट्यशास्त्र पाहूं लागेल (कल्प). या प्रकारच्याच अभ्यासपद्धतीनें या देशांतील शिक्षा कल्पो व्याकरणं निरुक्तं छंद ज्योतिषम् । हीं सहा शास्त्रें तयार झालीं.

शास्त्रांचें भारतीय वर्गीकरण.–कल्पसूत्रांचे पुढें भाग पडले, आणि त्यांतूनच पुढें शुल्बसूत्र अथवा भूमिति निघाली. ही भूमिति देखील यज्ञार्थ अवतरली; कांकीं भूमितीशिवाय यज्ञाची वेदी बांधतां येणार नाहीं. येणेंप्रमाणें सर्व शास्त्रांचा उगम वेदांत दाखविण्याची प्रवृत्ति निघाली; ती आज शालिवाहनाच्या १९ व्या शतकापर्यंत चालू आहे. ज्ञानाचीं वर्गीकरणें करण्याचीं तत्त्वें अनेक असत हें आज उपलब्ध संस्कृत वाङ्मयांतील अनेक वर्गीकरणांवरून दिसतें. सोळा

विद्या व चौसष्ठ कला यांचा उल्लेख तर वारंवार येतो. धर्म, अर्थ, काम, मोक्ष हे चार पुरुषार्थ आहेत, व यांपैकीं प्रत्येक पुरुषार्थाच्या साधनेस परिश्रम निरनिराळ्या प्रकारचा पाहिजे, असें समजून ग्रंथांचें वर्गीकरणहि पुरुषार्थांप्रमाणें होऊं लागलें. धर्माचें प्रवचन मन्वादिकांनीं केलें; अर्थाचें चाणक्यादींनीं केलें; कामाचें वात्स्यायनानें केलें; आणि मोक्षाचें आम्ही करतों असा बाणा बाळगणारे मार्गदर्शकहि जागोजाग दिसून येतात. चाणक्याच्या अर्थशास्त्रांत चार विद्या स्थापन केल्या आहेत; त्या त्रयी, आन्विक्षिकी, वार्ता आणि दण्डनीति या होत. शास्त्रें किती आहेत, एक, कीं, तीन कीं चार याचा वादविवाद चाणक्याच्या अर्थशास्त्रांत दिसतो. आणि चाणक्य चारपेक्षां कमी शास्त्रें आहेत असें म्हणणाऱ्या ग्रंथकारांचीं नांवें व मतें देतो आणि आपलें शास्त्रचतुष्टयाचें मत स्थापित करतो. ज्ञानाचें या त्रयी इत्यादि चार शास्त्रांमध्यें वर्गीकरण जें झालें त्या चार शास्त्रांखालीं अनेक प्रकारच्या वाङ्मयाचें वर्गीकरण चाणक्यानें केलें होतें. कांहीं ग्रंथकारांनीं अनेक वर्गीकरणें भिन्न नसून एकच आहेत असें म्हणून चार वर्ण व चार पुरुषार्थ यांची संगति चार विद्यांशीं जोडण्याचा प्रयत्न केला आहे. त्रयी आणि आन्विक्षिकी हें ज्ञानक्षेत्र ब्राह्मणांचें, दण्डनीति हें ज्ञानक्षेत्र क्षत्रियांचें आणि वार्ता हें क्षेत्र वैश्यांचें; किंवा, त्रयी ही धर्मपुरुषार्थ साधक होय; आन्विक्षिकी म्हणजे जींत वेदांताचा समावेश होतो ती विद्या म्हणजे अर्थसाधक होय आणि वार्ता म्हणजे पैसे मिळविण्याचें ज्ञान हें कामपुरुषार्थाचें साधक होय; अशा तऱ्हेची विचारसरणी देखील कित्येक ग्रंथकारांमध्यें दिसून येते. प्रत्येक विषयाखालीं कोणत्या तऱ्हेची माहिती येईल याविषयीं थोडा मतभेदहि दिसतो. आन्विक्षिकी या शास्त्राच्या व्याख्या निरनिराळ्या केल्या आहेत. "चार" वेद म्हणजे वेदविद्येचें ऋत्विक्कर्मानुसार केलेलें ज्ञानवर्गीकरणच होय.

वर्गीकरणदोषकारणें.—वर्गीकरण तपासतांना एक गोष्ट दिसून येते कीं, सर्व वर्गीकरणें किंवा शास्त्रांनां विशिष्ट नांवें देणें या क्रिया शास्त्रविषयांच्या इतर विषयापासून स्वाभाविक पृथक्‌पणावर किंवा निष्पादित ज्ञानाच्या सादृश्यासादृश्यावर झालेल्या दिसत नाहींत. केवळ तर्कशास्त्राच्या दृष्टीनें, बुद्धि निरंकुश ठेवून, वर्गीकरण करणें या पद्धतीस अडथळा करूं पहाणाऱ्या अहंकारमूलक मानवी भावना शास्त्रज्ञांमध्यें दिसून येतात. शास्त्राच्या क्षेत्रामध्यें अहंकारमूलक मानवी भावनांचें प्रयोजन काय? प्रयोजन नसलें तरी अहंकाराचें वर्गीकरणांत व व्याख्येंत अस्तित्व दृष्टीस पडत आहे, हें आपणांस दिसून येईल. अहंकार खालील प्रकारांनीं दृष्टीस पडतोः—

(१) जातिमूलक अहंकार.—अर्थशास्त्राच्या इतिहासांत इंग्रजी व जर्मन असे दोन संप्रदाय झाले होते, व कांहीं अंशीं अद्याप आहेत. बोस्टनच्या आसपासच्या शिक्षण संस्थांतील प्रोफेसर इंग्रजी संप्रदायाचें अवलंबन करतात; आणि याचें अंशतः तरी कारण आम्ही इंग्रज आहों ही भावना त्यांत असते हें होय. ग्रेट ब्रिटनमध्यें ख्रिस्ती संप्रदाय सुरू होण्यापूर्वी देखील लोकांच्या नीतिकल्पना उच्च होत्या हें जर कोणीं जुन्या वेल्श ग्रंथापासून, किंवा "ट्रियाड" सारख्या वेल्श स्मृतिग्रंथांवरून सिद्ध करून दाखविलें, तर वेल्श पंडितांचा त्यावर लौकर विश्वास बसतो. तसेंच, येसू ख्रिस्त हा ज्यू नसून "आर्यन रेस"चा होता असें दाखविण्याची आवड आज ज्यू नसलेल्या अमेरिक लोकांत पुष्कळ झालेली आहे.

(२) अभ्यासक्षेत्रमूलक दुरभिमान.—ज्या विषयाचा अभ्यास आपण करतों त्याचा नकळत अभिमान जडतो. सेमिटिक भाषांचा व वाङ्मयाचा अभ्यास करणाऱ्यास वेदांचें प्राचीनत्व सांगितलेलें आवडत नाहीं. ऱ्हीस डेव्हिड्स सारख्या पाली वाङ्मय वाचलेल्या मनुष्यास पालींतील ग्रंथ संस्कृत ग्रंथापेक्षां ज्यास्त विश्वसनीय वाटतात. कांहीं झंदावेस्ताचा अभ्यास करणाऱ्या पंडितांस (उदाहरणार्थ प्रोफेसर जाकसन यांस) वेदांचें ज्ञान वेतांचेंच असतां वेदाच्या बऱ्याच भागापेक्षां झंदावेस्ताचें प्राचीनत्व गृहीत धरण्याचा मोह उत्पन्न होतो. जो विषय आपला अभ्यासाचा असें आपण ठरविलें असेल त्याच्या लगतचे विषय घेऊन ते आपल्याच विषयांत घुसडण्याचा, व ते विषय जर स्वतंत्र शास्त्र म्हणून स्थान मागत असतील तर त्यांस तें नाकारण्याचा देखील परिपाठ आहे. आपापल्या विषयांचें क्षेत्र कोणीं वाढवीत असलें आणि दुसऱ्या विषयांचे पुरस्कर्ते त्याबद्दल भांडत असले म्हणजे दोघांची समजूत काढण्याकरितां आणि तडजोड करण्याकरितां देखील वर्गीकरणें बनविण्याचा प्रयत्न होत आहे. आणि या प्रकारच्या प्रयत्नांमुळें मानवशास्त्रविषयक शास्त्रांत म्हणजे अँन्थ्रॉपॉलॉजी एथ्नालॉजी, सोशिआलॉजी, फिलासफी आफ हिस्टरी, इन्टरप्रिटेशन ऑफ हिस्टरी, वगैरेविषयीं जो वर्गीकरणात्मक वादविवाद झाला आहे ह्याचें बहुतेक आज हयात असलेलें वाङ्मय जळून गेलें तर जगाचें नुकसान न होतां झाला तर फायदाच होईल. आपल्या अभ्यासक्षेत्राच्या दुरभिमानीपणानें आणि त्यांत तडजोड करण्याच्या भावनेनें चांगल्या चांगल्या शास्त्रज्ञांनीं इतका मूर्खपणा लिहून ठेवला आहे कीं सुशिक्षित माणसें इतका बाष्कळपणा करीत बसतील असें कोणीं सांगितल्यास खरें देखील वाटणार नाहीं.

(३) राजकीय भावनामूलक.—तसेंच इतर सामाजिक भावनामूलक दुराग्रहांनीं शास्त्रांत जी घाण होते ती "इतिहाससंशोधन" या सदराखालीं दिली आहे.

ज्ञानप्रगतिघटक.—आपलें ज्ञान शास्त्रस्वरूपांत येत चाललें म्हणजे त्या प्रगतींत दोन कारणें किंवा दोन घटक दृष्टीस पडतात. पहिला घटक म्हटला म्हणजे, कोणत्याहि भावाविषयीं अगर वस्तुविषयीं आपल्या ज्ञानांत झालेली प्रगति; आणि दुसरा घटक म्हटला म्हणजे त्या ज्ञानक्षेत्राच्या अधिष्ठानविषयामध्यें अगर वस्तुस्थितीमध्यें झालेली प्रगति. जीं शास्त्रें मनुष्यविषयक किंवा विशेषेंकरून मनुष्यसमाजविषयक आहेत, त्यांमध्येंच दुसरा घटक महत्वाचा आहे. प्राणिशास्त्रांत अगर वनस्पतिशास्त्रामध्यें, या शास्त्राचे प्राणी आणि वनस्पति हे जे विषय आहेत त्यांवर मनुष्य आपल्या बुद्धीनें परिणाम घडवूं लागला झणजेच कायती अभ्यासक्षेत्राच्या भावांत प्रगति होते. झाडें, घोडे, गुरें यांच्या नवीन मिश्र जाती मनुष्य उत्पन्न करूं शकतो, आणि त्यामुळें भावांचीच वाढ होते. हा अपवाद सोडून दिला तर भावविषयमूलक संवर्धन प्राणिशास्त्रांत व वनस्पतिशास्त्रांत होत नाहीं. जीवि वर्गांच्या (प्राणी आणि वनस्पति या वर्गांच्या) होत असलेल्या विकासपरंपरेंत कांहीं नवीन प्रकारचे जीवी तयार झाले असतील. परंतु ते लक्षांत घेतां येत नाहींत. जीवींमध्यें विकासमूलक प्रगति झाली आहे. परंतु या प्रगतीचें ज्ञान केवळ अनुमानमूलक आहे; प्रत्यक्षमूलक नाहीं. आणि एक हजार वर्षांपूर्वींचें प्रत्यक्षमूलक जें ज्ञान असेल आणि आजचें प्रत्यक्षमूलक जें ज्ञान आहे त्यांतील भेद हा प्रत्यक्ष व अनुमान यांच्या संचयानेंच झाला आहे. प्रत्यक्ष विषयाच्या नवीन उत्पत्तीमुळें झालेला नाहीं, असें विरुद्ध पुरावा येईपर्यंत गृहीत धरून चालावयास हरकत नाहीं.

शास्त्रीय परिभाषा.—समाजशास्त्र, अर्थशास्त्र, मानसशास्त्र, इत्यादि शास्त्रांच्या व इतर शास्त्रांच्या विकासामध्यें व रचनास्वरूपामध्यें कांहीं स्थूल फरक दृष्टीस पडतात. त्यांपैकीं एक मोठा फरक म्हटला म्हणजे एका शास्त्राच्या विषयामध्यें नवशिक्या किंवा अशिक्षित मनुष्य पांडित्य बिलकुल करीत नाहीं. परंतु वर सांगितलेल्या मनुष्यविषयक शास्त्रांमध्यें शास्त्रीय पद्धतीचें एकहि तत्त्व ठाऊक नसलेला मनुष्य पांडित्य करूं लागतो, लेख लिहितो आणि त्याचा श्रोतृवर्ग जो सर्वसामान्य समाज त्या समाजावरहि आपल्या वाक्पाटवानें किंवा लेखनकौशल्यानें परिणाम घडवूं शकतो. यामुळें म्हणजे अनधिकारि माणसाशीं वारंवार संबंध आल्यामुळें शास्त्राची भाषा आणि सामान्य भाषा यांमध्यें फारसें अंतर रहात नाहीं; आणि त्यामुळें शास्त्राच्या प्रगतीस विनाकारण अडचण उत्पन्न होत आहे. समाजांत होत असलेल्या क्रियांचें पृथक्करण झालें, पृथक्करण होऊन जे अंतिम घटक सांपडतील त्या घटकांचें नामकरण झालें आणि त्या अंतिमघटकबोधक शब्दांनीं सर्व क्रिया वर्णन केल्या गेल्या म्हणजे शास्त्रांत बरीचशी शुद्धता राहील. भारतीय नृत्यशास्त्र याच तऱ्हेनें बनलें आहे. साहित्यशास्त्रामध्यें आढळणारें बरेंचसें मानसशास्त्र मनाच्या निरनिराळ्या विकारांचें व अनुभवांचें पृथक्करण व नामकरण याच रीतानां झालें आहे. ("नृत्य" व "मानसशास्त्र" पहा.)

व्यवहारांतील शब्दांवरून शास्त्रीय परिभाषा.—जेव्हां व्यवहारांतील शब्द घेऊन त्या शब्दांच्या अर्थकक्षा व्याख्येनें वर्णन करून शब्दांचा अर्थ निश्चित करण्यांत येतो आणि व्यावहारिक शब्द या क्रियेनें शास्त्रीय शब्द बनतात, तेव्हां शास्त्रामध्यें निराळे संप्रदाय किंवा अवश्यक घोंटाळे उत्पन्न होण्यास क्षेत्र रहातेंच. ज्या शब्दांचे अर्थ भिन्न आहेत, अर्थकक्षा विविध आहेत असे शब्द भारतीयांच्या प्राचीन दर्शनांमधून आणि परमार्थसाधनपद्धतीमधून इतस्ततः विखुरलेले असतात. शब्दांच्या अर्थकक्षा संपूर्ण घेऊन त्यांचें पृथक्करण शेवटपर्यंत करणें या क्रिया पुष्कळ शब्दांवर झालेल्याच नाहींत. उदाहरणार्थ (१) बुद्धि (२) योग (३) कर्मयोग (४) ज्ञान (५) यज्ञ (६) उपासना (७) धर्म (८) नीति (९) न्याय या शब्दांच्या अर्थाविषयीं निरनिराळ्या लेखांत अनिश्चय आढळून येतो. आणि त्यामुळें आपल्या अभिरुचीप्रमाणें शब्दाचा अर्थ घेण्यास सवड राहिली म्हणजे आपण घेतलेल्या अर्थाला अनुरूप असेच शब्द इतर अर्थांच्या परस्परसंगतीसाठीं ठेवावे लागतात. असें झालें म्हणजे अनेक संज्ञाभिन्नत्वमूलक विचारपद्धति अस्तित्वांत येतात.

विचारपद्धतींचें अनवश्यक भिन्नत्व.—अनेक तत्त्वज्ञानपद्धतींचें अंतिम एकच आहे. तें अंतिम म्हणजे निर्दोष अनुमानांच्या साहाय्यानें ज्ञानसाधन करणें. तें साध्य करूं इच्छिणाऱ्यांस असें वाटतें कीं, परस्परांहून भिन्न परंतु ज्यांची भिन्नता केवळ संज्ञामूलकच आहे अशा पद्धतींचें प्राचुर्य फारसें हितावह नाहीं. सामाजिक विषयावर लिहितांना शब्दांनां अर्थ लावून सुरुवात करण्यापेक्षां समाजांतील भावांचें पृथक्करण करून जे अंतिम घटक असतील त्यांस जितक्या अर्थद्वयाची अशक्यता असलेल्या संज्ञा देतां येतील तितकें बरें. नाहीं तर नेहमीं एका विशिष्ट प्रकारच्या वितंडवादास स्थान रहातेंच. तो वितंडवाद म्हटला म्हणजे एकानें दुसऱ्याची व्याख्या नाकबूल करावी आणि त्या व्याख्येनें दर्शविल्या जाणाऱ्या विषयांचें क्षेत्र, हें देखील निराळें आहे म्हणून सांगावें. आणि पूर्वींच्या व्याख्येप्रमाणें निरनिराळ्या विषयांचे जे संबंध आहेत, ते सर्व चुकीचे म्हणून सांगूं लागावें या प्रकारचें पांडित्य फार झालें आहे. उदाहरणार्थ बुद्धि हा शब्द घ्या. याचा अर्थ आपण साधारणपणें ज्ञान मिळविण्याची शक्ति उर्फ यंत्र असा करतों; आणि अनुभवानें किंवा अनुमानानें जें आपण मिळवितों तें ज्ञान असें झणतों. अमुक मनुष्याचें ज्ञान चांगलें आहे झणजे त्यानें बुद्धीनें जें पैदा केलें आहे तें त्याच्यापाशीं चांगलें जमलें आहे असें समजतों. दुसरा एखादा तार्किक पुढें येऊन काय म्हणेल कीं, छे,

छे ! बुद्धि ही ज्ञानाच्या वरची पायरी होय, आणि चराचराचें एकत्व याचें मनुष्यास ज्ञान झाल्यानंतर त्याच्या मनाची जी स्थिति होईल तिला बुद्धि म्हणावें. तुम्हीं ज्याला बुद्धि म्हणतां ती बुद्धीच नव्हे. बौद्धांनीं व विशेषेंकरून जैनांनीं ज्या विचारपद्धती निर्माण करून ठेवल्या आहेत त्या याच प्रकारच्या आहेत; आणि त्या पद्धतींतील कृत्रिम अवजडपणा व व्यर्थ शब्दच्छल यांबद्दल त्या विचारपद्धतींस काळाकडून कडक शासन मिळालें आहे, आणि तें कडक शासन म्हणजे त्यांचा वाष्कलाच्या शाखेप्रमाणें जवळ जवळ लोप होय.

शास्त्रांचा उदय व संवर्धन.–शास्त्रांचा उदय सामान्य ज्ञानांत होतो. सहज दिसणारीं कार्यें आणि कारणें प्रथम विचारविषय होतात, आणि तदनंतर त्या अनेक सदृश प्रत्यक्षांचा समुचय होऊन व त्यांमधील एकमेकांस जोडणारे धागे सांपडून त्याचें शास्त्र होतें. जें दिसतें त्याचें कारण देण्याची प्रवृत्ति होते; आणि तें कारण देतांना प्रथम अद्भुत कारण दिलें जातें.

फ्रेंच तत्ववेत्ता आगस्ट कोंट यानें म्हटलें आहे कीं, आपल्या ज्ञानाच्या पायऱ्या तीन आहेत. पहिली पायरी म्हणजे दृश्य भावाचें पहिलें स्पष्टीकरण. हें ईश्वरविषयक समजुतीवर रचलेलें असतें. धरणीकंप कां होतो, तर डोक्यावर धरणी धरणारा शेष आपली मान हलवितो म्हणून. कांहीं तरी सर्वव्यापी, भावविषयक व ज्याचें अस्तित्व वस्तुतः नाहीं पण केवळ सुशिक्षित कल्पनेलाच ज्ञात आहे अशा कारणांनीं कार्य समजाविलें जाणें ही ज्ञानाची दुसरी पायरी होय. कुत्रा चालतो कां ? तर त्यांत गति आहे म्हणून. अशा प्रकारचें उत्तर म्हणजे प्रश्नाचीच भाववाचक पुनरावृत्ति होय. शास्त्रीय तऱ्हेनें प्रत्येक गोष्ट सोडवावी ही आपल्या ज्ञानाची व ज्ञानमूलक प्रवृत्तीची तिसरी पायरी होय. येथें प्रत्येक कार्याचीं प्रथमतः निकट व नंतर दूरस्थ कारणें शोधावयाचीं आणि निकट व दूरस्थ यांतील संबंध शोधावयाचा व जीं आपण कारणें देतों त्यांचा व कार्यांचा कांहीं पद्धतिमूलक संबंध आहे, किंवा आपण जें कारण म्हणतों तें कार्याचा केवळ सहचारी भाग आहे किंवा नाहीं हें पहावयाचें.

जगांत होणाऱ्या कार्यांस कारण देण्यासाठीं व जगांत होणाऱ्या सर्व क्रियांचा अर्थ लावण्यासाठीं, तसेंच जगाच्या उत्पत्तीचें कारण देण्यासाठीं आपणाकडे जे पहिले प्रयत्न झाले त्यांत देखील देवकृति हेंच स्पष्टीकरण होतें. पाऊस कां पडतो ? तर इंद्र आपल्या वज्रानें वृषपर्व्यानें अडकवून ठेवलेले मेघ सोडवितो म्हणून. विश्व उत्पन्न कसें झालें ? तर देवांनीं आणि साध्यांनीं सहस्रशीर्ष, सहस्रपाद व भूमीस आणि विश्वदिशांनां व्यापून दहा अंगुळें उरणाऱ्या विराट पुरुषाचा यज्ञ केला, त्या यज्ञांत झालेल्या विराट पुरुषाच्या अंगांच्या रूपांतरानें किंवा प्रकृति व पुरुष या दोन सर्वव्यापी तत्त्वांच्या परस्परांवर होणाऱ्या परिणामानें ! हें कोंटनें वर्णिलेल्या दोन प्रकारांनीं होणारें स्पष्टीकरण होय. यूरोपियन लोकांनीं आकाशांतील निरनिराळे तारे व तारकापुंज व आकाररूप न पावलेला आकाशांतील द्रव्यसंचय (नेब्यूला) या पासून तर आजच्या होत असलेल्या नैसर्गिक क्रिया यांचें अवलोकन करून जगांतील रूपांतरासंबंधीं जे नियम बसविले ते शास्त्रीय होत, असें अर्वाचीन शास्त्राचे उपासक म्हणतील.

येथें असेंहि सांगितलें पाहिजे कीं, वर सांगितलेली प्रकृति-पुरुष-मूलक सृष्टीची उत्पत्ति आहे, या मताच्या जवळजवळ अर्वाचीन शास्त्रज्ञांचें मत येत आहे.

शास्त्र आणि कविता.––शास्त्र व कविता या दोहोंचेंहि पितृत्व एकच म्हणजे अद्भुत कथांकडे आहे, असें एक मत आहे. त्या मताचे लोक रसापेक्षां कल्पनावैचित्र्यावर जोर देतात व कवितेचा उगम अद्भुत कथांतून काढतात; पुराणांतील अद्भुत कथा ("मिथ्स") या देखील प्रथम चराचराच्या स्पष्टीकरणार्थ असलेला प्रयत्न होता. जेव्हां चराचराच्या अस्तित्वाचें स्पष्टीकरण अन्य तऱ्हेनें म्हणजे शास्त्रीय तऱ्हेनें झालें, तेव्हां पूर्वीच्या चराचरोत्पत्तीच्या सर्व कल्पना नष्ट झाल्या नाहींत. चराचराचें स्पष्टीकरण किंवा उत्पत्तिकथन करण्यासाठीं जी देवकोटीची योजना झालेली होती ती नष्ट न होतां समाजांतील कांहीं लोकांच्या मनांत राहिली. तेव्हां तो देवलोक कवितेचा विषय झाला किंवा पूर्वींच झालेला असल्यास तो अधिक प्राधान्यानें झाला, व येणेंप्रमाणें शास्त्र व कविता यांच्यामध्यें भेद उत्पन्न झाला.

शास्त्र, कला आणि शास्त्रोत्पत्तिः––शास्त्र आणि कला यांची भिन्नता वारंवार अर्वाचीन लेखक व्यक्त करतात. कलेचा उद्देश म्हणजे विशिष्ट उपयोगाचा आणि मागणीचा माल बनविणें अगर विशिष्ट क्रिया करणें, आणि शास्त्रांचा उद्देश म्हणजे तत्त्वें सांगणें. या तऱ्हेचा भेद कांहीं वर्षांपूर्वीं तत्त्ववेत्ते काढीत असत; पण त्या प्रकारच्या भेदास आज फारसें महत्त्व देत नाहींत. व्यवहारांत चालू असलेलें शास्त्र अशी कलेची व्याख्या करतां येईल. शिवाय हें लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं, शास्त्र प्रथम कलारूपानें अस्तित्वांत येतें. मनुष्य नेहमीं रोजच्या व्यवहारांतील आपणांस उपयुक्त असेच प्रश्न हातीं घेतो व आपले अनुभव व त्यांवरून आपण काढलेले सिद्धांत लिहून ठेवतो. अशा प्रकारें जे ग्रंथ लिहिले जातात त्यांत प्रत्येक प्रश्नाचा निरनिराळ्या शास्त्रांच्या दृष्टीस विचार झालेला असतो.

शास्त्रीकरण.—एकंदर ज्ञान पुरेसें वाढलें म्हणजे प्रगतीची द्वितीयावस्था प्राप्त होते. आतां गोळा झालेल्या ज्ञानाचें व्यवस्थेशीर रीतीनें वर्गीकरण होण्यास आरंभ होतो

सजातीय कल्पना विजातीय कल्पनांपासून पृथक करण्यांत येऊन निरनिराळ्या ठिकाणच्या सजातीय कल्पना, त्यांनां व्यवस्थित ज्ञानाचें रूप देण्याकरितां, एकत्रित केल्या जातात; व अशा रीतीनें कलेपासून शास्त्र जन्मास येऊन त्यास स्वतंत्र क्षेत्र प्राप्त होतें.

सजातीय कल्पनांच्या एकीकरणाची क्रिया चालली असतां तिजबरोबरच कल्पना स्पष्ट स्वरूपांत येण्याचीहि क्रिया चालू असते, म्हणजे पूर्वीच्या ज्या लौकिक कल्पना असतात त्यांचें आतां शास्त्रशुद्ध कल्पनांत रूपांतर होतें.

लौकिक कल्पना अस्पष्ट, अव्यवस्थित, एकसूत्रीपणा नसलेल्या,निरनिराळ्या ठिकाणांहून घेतलेल्या व अतएव एकमेकांशीं असंबद्ध स्थितींत असतात. परंतु तत्त्वज्ञ याच कल्पना नियमबद्ध, परस्परनिगडित व सुव्यवस्थित करून उद्गमभेदामुळें या कल्पनांतून दिसून येणारे विरोध काढून टाकण्याचा यत्न करितात. या कल्पनांनां शास्त्रशुद्ध स्वरूपांत आणीत असतां पुष्कळ वेळां तत्त्वज्ञांनां लोकांत प्रचलित असलेल्या शब्दांचीच कांस धरावी लागते. विशेषतः अर्थशास्त्र, नीतिशास्त्र व राजकारणशास्त्र यांसारख्या शास्त्रांत असे प्रसंग फार येतात. कारण अशा शास्त्रांतून विचारी व शोधक बुद्धीच्या शास्त्रज्ञांचे विचार व सामान्य बुद्धीच्या मनुष्याचे विचार यांमध्यें पृथक्त्व दर्शक रेषा स्पष्टपणें दाखविणें फार कठिण असतें. अशा प्रसंगीं शास्त्रज्ञांचा प्रचलित शब्दच उपयोगांत आणण्याकडे कल दिसून येतो. हा कल चांगला अगर वाईट किंवा या बांचून अन्य मार्गच नाहीं असें सांगण्याचा येथें उद्देश नाहीं. लोकांच्या मनाचा कल अशा प्रकारचा असतो एवढेंच फक्त विधान करावयाचें आहे.

लौकिक कल्पना शास्त्रीय विचारांत परिणत होण्याचे मार्ग अनेक आहेत. शब्द व त्यांपासून व्यक्त होणाऱ्या कल्पना यांच्यामधील पृथग्भाव प्रथम ओळखला जाऊं लागतो; व या कल्पनांचें वास्तविक स्वरूप ओळखण्याचा प्रयत्न करण्यांत येतो. ज्यावेळीं कित्येक निरनिराळ्या कल्पना व्यक्त करणाऱ्या एखाद्या शब्दाशीं शास्त्रज्ञांचा संबंध येतो, त्यावेळीं त्या शब्दानें व्यक्त होणाऱ्या किंवा सुचविल्या जाणाऱ्या कल्पना, शब्दाच्या अनेकार्थत्वासारख्या भाषावैशिष्ट्यामुळें एकशब्दांकित झाल्या आहेत किंवा मूळ कल्पनांमध्येंच परस्परसंलग्न अशा निरनिराळ्या कल्पनांची प्रणालिका असल्यामुळें झाल्या आहेत या गोष्टींचा ते शोध लावण्याचा प्रयत्न करितात. त्या शोधानंतर शब्दांतर्गत कल्पनेचा विस्तार अगर संकोच करण्याचें काम हातीं घेण्यांत येतें. शास्त्रज्ञ दुसरी जी एक गोष्ट करतो ती ही कीं, आपल्यापुढें असलेल्या दोन भिन्न कल्पनांमध्यें कार्यकारणसंबंध अगर अवयवावयवीसंबंध यांसारखा तर्कशास्त्रास अनुमत असा कांहीं संबंध आहे कीं काय, हें पहाण्याचा तो प्रयत्न करतो.

निरनिराळ्या ठिकाणचे विचार, त्यांची सुसंबद्ध रीतीनें मांडणी करण्याकरितां एकत्रित केल्यानंतर व या निरनिराळ्या विचारांमध्यें असलेले अंतस्थ संबंध माहीत झाल्या नंतर शास्त्रज्ञ त्यांस एकमेकांस जोडणारी आणखी एक क्रिया करतो. या सर्व तत्त्वांचा व कल्पनांचा त्या सर्वांच्या मुळाशीं असलेल्या ज्या एका किंवा अनेक मूलभूत तत्त्वांमुळें परस्परसंबंध जोडला जातो, तीं शोधून काढण्याच्या प्रयत्नास तो लागतो. अशा रीतीनें, शास्त्राचें स्वरूप कसें असलें पाहिजे याची सर्वमान्य उपपत्ति निष्पन्न होते.

वर दर्शविल्याप्रमाणें कल्पनांचा एक ओवडधोवड सांगाडा तयार केल्यानंतर त्यामध्यें जी कांहीं उणीव राहिली असेल ती काढून टाकून त्यास पूर्णत्वास पोंचविण्याची शास्त्रज्ञ खटपट करतो. सुचविलेलें स्पष्टीकरण किंवा अनुमानिक प्रतिज्ञा त्या सिद्धांताची नीट रीतीनें उपपत्ति लावूं शकते किंवा नाहीं किंवा त्या सिद्धांताची दुसऱ्या एखाद्या स्पष्टीकरणानें किंवा अनुमानिक प्रतिज्ञेनें त्याहून चांगली उपपत्ति लागणें शक्य आहे काय असले प्रश्न जिज्ञासू लोकांपुढे उभे राहतात.

शास्त्रघटनेंतील तंटे.—कोणत्याहि शास्त्राचा उदय व वाढ होण्याची क्रिया साधारणरीत्या वर सांगितलेल्या रीतीनें होत असते. परंतु अशा रीतीनें अस्तित्वांत आलेले सिद्धान्त फार क्वचितच मुकाट्यानें कबूल करण्यांत येतात. त्यांच्या वर जोरजोराचे हल्ले होत असतात व कधीं तर या हल्ल्यांच्या पुढें ते सिद्धांत टिकावहि धरूं शकत नाहींत. असें होण्याचीं कारणें मुख्यत्वेंकरून पुढीलप्रमाणें देतां येतील.

ना म मू ल क.—प्रथमतः एखाद्या शास्त्राला दिलेल्या नांवास बरेंचसें महत्त्व प्राप्त होतें; व म्हणून त्या शास्त्राशीं संबद्ध अशा दुसऱ्या एखाद्या उपयुक्त विषयाचा अभ्यास करणारीं कांहीं माणसें त्या शास्त्राचीच संज्ञा अधिक व्यापक करून तींत आपल्या आवडीच्या विषयाचा अंतर्भाव करण्यासाठीं धडपड करितात.

सा ध न मू ल क.—ज्ञानाचा शोध लावण्याकरितां एखादी नवीन पद्धति किंवा कांहीं उपयुक्त साधन अस्तित्वांत येतें. जुन्या कल्पना नवीन पद्धतीच्या किंवा साधनाच्या कसास लावून पाहण्याचा प्रयत्न करण्यांत येतो. या प्रयत्नामध्यें कधीं कधीं एखादें नवीन सत्य बाहेर पडतें. जुन्या कल्पनांतील चुका निदर्शनास येतात व त्यांचा त्याग करणें प्राप्त होतें.

अशा रीतीनें अस्तित्वांत आलेल्या नवीन तत्त्वांपुढें मूळ शास्त्र अजीबात ढांसळतेंच असें नाहीं; त्यांच्या योगानें मूळ शास्त्रांत अधिक सुधारणा होते इतकेंच काय तें. परंतु कधीं कधीं जेव्हां जुन्या विचारपरंपरेंतील अत्यंत महत्त्वाचा पण केवळ गृहीत धरलेला सिद्धांत चुकीचा असतो, म्हणजे ती सदोष उपपत्तीवर बसविलेली असते तेव्हां शास्त्रांत महत्त्वाची क्रांति होते.

व्य क्ति मू ल कः—प्रत्येक शास्त्रांत कांहींना कांहीं तरी मुद्द्यावर मतभेद होऊन तज्ज्ञ लोकांमध्यें तट पडले असल्याची मौज पुष्कळ वेळां आपल्या दृष्टोत्पत्तीस येते. परंतु हीं भिन्न मतें अस्तित्वांत येण्याचें कारण त्या शास्त्रीय ज्ञानांतच कांहीं वैशिष्ट्य असतें असें नव्हे, तर त्यांच्या मुळाशीं केवळ त्या शास्त्राच्या अभ्यासकांचें स्वभाववैचित्र्यच असतें. कारण आपलीं जुनीं मतें टाकून नवीन गोष्टींचा स्वीकार करण्यास बरेच लोक तयार नसतात. उलटपक्षीं कांहीं माणसें अशीं असतात कीं, एखादें मत नवीन निघालें म्हणजे केवळ त्यांतील नाविन्यामुळेंच त्यांचें मन त्या बाजूस झुकतें. कांहीं कांहीं गोष्टींमध्यें तर सत्याचा शोध लावणेंच अशक्यप्राय असल्यामुळें वैयक्तिक निवड व भावना यांना बराच अवसर सांपडतो.

स त्य दु र्ल भ ता मू ल कः—बऱ्याचशा प्रसंगीं सत्य हें अज्ञातच राहतें. कांहीं प्रश्न असे असतात कीं, मानवी बुद्धीस त्यांचें पूर्णपणें आकलन करणें शक्य नसतें. सामाजिक प्रश्नासारख्या घोटाळ्याच्या प्रश्नांत पुष्कळदां एक कार्याच्या मुळाशीं अनेक कारणें असलेलीं आढळून येतात. अशा वेळीं तें कार्य कोणत्या विशिष्ट कारणामुळें घडून आलें हें ठरविणें सोपें नसतें; एवढेंच नव्हे तर शक्यहि नसतें. शिवाय अभ्यासकाच्या स्थानिक परिस्थितींतच कधीं कधीं अशा प्रकारचे भेद असतात कीं, त्यामुळें या अनेक कारणांपैकीं एखाद्या विशिष्ट कारणासच दुसऱ्यापेक्षां ज्यास्त महत्त्व भिन्न अभ्यासकांकडून दिलें जातें. याच्याच जोडीची आणखी एक अडचण म्हटली म्हणजे एखाद्या गोष्टीसंबंधीं सत्य अद्याप अज्ञात आहे ही गोष्ट सर्वांस संमत असते, तेव्हांहि तें सत्य ज्ञात कसें करून घेतां येईल याचा निर्णय करणें कांहीं अंशीं आटोक्याबाहेरचें असतें.

सत्याचा निर्णय करण्यास वरीलप्रमाणें अडचणी असल्यामुळें साहजिकच मनुष्यास मताची निवड करण्यास जागा राहते. ज्या कारणांमुळें या निवडीच्या संधीचा लोक फायदा घेण्यास उद्युक्त होतात तीं अशीं:—

कांहीं लोकांची पुराणप्रियता व कांहींची नाविन्याविषयीं आवड हीं दोन्हींहि अशा प्रसंगीं काम करीत असतात. तत्त्वज्ञांमध्यें देखील नेहमीं राष्ट्राभिमानाची भावना कांहीं अंशीं दृग्गोचर होत असते. आपण केवळ शास्त्रशुद्ध सत्याचेंच निःपक्षपाती पुरस्कर्ते आहोंत असा आविर्भाव एकीकडे दाखवीत असतांहि पुष्कळ संशोधकांच्या व तत्त्वज्ञांच्या मनावर अमुक एक कल्पना आपल्या देशबांधवानें काढली आहे या विचाराचा बऱ्याच प्रमाणांत परिणाम होत असतो. तसेंच कांहीं शास्त्रज्ञांच्या ठिकाणीं आपल्याशिवाय इतर राष्ट्रांतील शास्त्रज्ञांनीं काढलेल्या शास्त्रीय कल्पना, सिद्धांत, उपपत्ती इत्यादि सर्व गोष्टींविषयीं एक प्रकारें मूळचाच दुराग्रह असतो. शिवाय आणखीहि एक गोष्ट अशी दिसते कीं, शास्त्रज्ञ नेहमीं ज्ञानाच्याच पाठीस लागून ग्रंथलेखन करीत असतात अशांतला भाग मुळींच नसतो. पुष्कळ वेळां त्यांची आपल्या स्वतःच्या पूर्वग्रहांचेंच समर्थन करण्याकरितां कांहीं तरी कारणें शोधण्याची धडपड चाललेली असते.

शास्त्रेतिहासांचा पद्धतिशास्त्रास आणि शास्त्रवृद्धीस उपयोग.—शास्त्रांचे इतिहास हे त्यांच्या वाढीस फारच महत्त्वाचे आहेत. निरनिराळ्या शास्त्रीय विषयांत परिश्रम करणाऱ्या शास्त्रज्ञांचीं चरित्रें म्हणजेच हे इतिहास असें नव्हे; किंवा आजपर्यंत जे शास्त्रीय शोध होऊन गेले त्यांची केवळ अनुक्रमानें माहिती देणें म्हणजे इतिहास असेंहि नाहीं. जर एखाद्या इतिहासकाराच्या मनांत इतिहासलेखनार्थ घेतलेल्या शास्त्राची वाढ करण्याच्या कामीं खरोखरच आपला कांहीं उपयोग व्हावा अशी इच्छा असेल, तर त्याला त्या शास्त्राच्या प्रगतीस पुष्कळच हातभार लावतां येण्यासारखा आहे. शास्त्राच्या इतिहासकारांपासून ज्या गोष्टींची अपेक्षा करण्यांत येते ती हीच कीं, त्यांनीं पद्धतिशास्त्राच्या वाढीस शक्य तेवढी मदत करावी. कारण शास्त्र हें नेहमीं आपल्या वाढीबरोबरच सहजच निरनिराळ्या पद्धतींची वाढ करीत असतें. एखाद्या सिद्धांताचा विचार करतांना शास्त्राभ्यासी हा आपल्या स्वतःचेच कांहीं तरी पूर्वपक्ष करून त्यांवरून आपल्या युक्तिवादानें नवीन शास्त्रीय सत्य शोधून काढू पाहतो. बहुतेक प्रसंगीं, जेव्हां एखादा शास्त्राभ्यासक, विशेषतः हुषार शास्त्राभ्यासक, एखादी नवीन युक्ति शोधून काढतो त्या वेळीं त्याच्या पद्धतिशास्त्रांतील शोधाची त्याला जाणीवहि नसते. म्हणून अशा नवीन पद्धति व युक्त्या एकत्रित करून त्यांची नीट व्यवस्थेशीर मांडणी करणें इतिहासकारांचें ध्येय असलें पाहिजे.

अनुमानाच्या बळावर प्रत्यक्ष ज्ञानाचें क्षेत्र विस्तृत करणें हाच संशोधनपद्धतींचा उद्देश असतो. इतर कोणत्याहि शास्त्रज्ञांपेक्षां समाजशास्त्रसंशोधकांना आपल्या संशोधनामध्यें ज्यास्त विविध पद्धती उपयोगांत आणाव्या लागतात. कारण, इतर शास्त्रज्ञांस सोडवावयाच्या सिद्धांतांपेक्षां या शास्त्रज्ञांचे सिद्धांत विविध व गुंतागुंतीचे असतात. शास्त्रीय संशोधनांत प्रत्येक प्रसंगीं तर्कशक्तीची अतिशय अवश्यकता असते. ज्ञात असलेल्या गोष्टींपासून अनुमानें काढणें हें तर्कशक्तीचें कार्य आहे. न्यायाधिशास न्यायदानसंबंधीं कराव्या लागणाऱ्या क्रियेप्रमाणें समाजशास्त्रीय संशोधकांसहि पूर्वी घडलेल्या उदाहरणांवरूनच तत्त्वनिर्णय करावा लागतो. पद्धतींसंबंधीं तत्त्वें काढतांना झालेल्या शोधांचीं विविध प्रकारचीं उदाहरणें संग्रथित करून एखाद्या शास्त्रांतील पुराव्यांच्या उपयुक्ततेचे किंवा इतर ठोकळ नियम बांधण्यांत फारच खबरदारी घ्यावी लागते.

पद्धतिविषयक लेख लिहिण्यास सर्वच लोक लायख असतात असें नाहीं. नालायक लोकांनींच या विषयावर अधिक लिहिलेलें सांपडेल. जॉन स्टुअर्ट मिल्लनंतर होऊन गेलेल्या, व " पद्धति " विषयावर ज्यांनीं बरेच ग्रंथ लिहिले आहेत अशा कित्येक अर्थशास्त्रज्ञांनीं व समाजशास्त्रज्ञांनीं पद्धतीवर लिहितांना आपली जाडी विद्वत्ता दाखविण्यापलीकडे अधिक असें कांहींहि कार्य केलेलें नाहीं. ज्या नवशिक्यांस अशा विषयावरील तत्त्वज्ञांच्या विवेचनाची युक्तायुक्तता कशी ठरवावी हें माहीत नसतें, ते या प्रकारच्या अनुपयुक्त विद्वत्तेच्या प्रदर्शनानें अगदीं गोंधळूनच जातात. जेथें ग्रंथकार विषयस्पष्टीकरणाचा मनःपूर्वक प्रयत्न करण्या ऐवजीं केवळ आपल्या विद्वत्तेचेंच प्रदर्शन करतात त्यांच्या कृतीचा तीव्र निषेधच केला पाहिजे. कधीं कधीं तर या ग्रंथकारांचें विद्वत्ताप्रचुर विवेचन इतकें दुर्बोध होतें कीं, वाचणारास तें समजत नाहीं आणि तेव्हां आपण फारच मठ्ठ डोक्याचे आहोंत कीं काय अशी त्यास शंका येऊं लागते. वरील विधान इंग्रज व अमेरिकन ग्रंथकारांनीं या विषयावर ग्रंथ लिहिले आहेत त्या लेखनासच विशेषतः लागू पडतें. एका तज्ज्ञ माणसानें या पुस्तकांविषयीं असें म्हटलें कीं, " मीं पद्धतिशास्त्रावरील अनेक ग्रंथकारांचे ग्रंथ वाचून पाहिले आहेत परंतु त्यांपासून कांहींहि बोध झाला नाहीं.

" पद्धति " विषयावर लेखनव्यवसाय करण्यास, म्हणजे एकंदर शास्त्रीय ज्ञानाची व्यवस्थित मांडणी करून नवीन शास्त्रीय शोध लावण्याकरितां उपयुक्त असे ठोकळ नियम बांधण्यास वाटेल तो मनुष्य लायख नसतो; आणि निरनिराळ्या विशिष्ट शास्त्रांचें अध्ययन करणाऱ्यांमध्यें वरील काम नीट रीतीनें करणारीं फारच थोडीं माणसें असतात. यावरून शास्त्रज्ञांमध्यें योग्य पद्धतीचा उपयोग करणारे लोक फारच थोडे असतात अशी भलतीच समजूत मात्र कोणी करून घेऊं नये. हुषार शास्त्रज्ञ पद्धतिशास्त्राच्या ग्रंथांत वर्णिल्या जाणाऱ्या पद्धतींपेक्षां सर्व प्रकारें श्रेष्ठ अशा रीती नेहमीं योजीत असतात. ज्यांनां नीट सुसंबद्ध रीतीनें विचार करतां येतो पण तर्कशास्त्राच्या सामान्य सिद्धांतांचें मुद्दां आकलन करतां येत नाहीं, अशीं ज्याप्रमाणें माणसें आढळून येतात, त्याचप्रमाणें कांहीं माणसें अशींहि दिसून येतात कीं, त्यांना शास्त्रीय शोध लावण्याकरितां नवीन अशा स्वतःच्या कित्येक युक्त्या योजतां येतात परंतु त्यांनीं केलेल्या संशोधनांची पद्धतिविषयक उपपत्ति मात्र त्यांस लावून देतां येत नाहीं.

शास्त्रेतिहासाचीं अंगेः—एखाद्या शास्त्राच्या इतिहासाचा अभ्यास करतांना पुढील गोष्टींकडे विशेष लक्ष दिलें जावें:—

१. शास्त्राच्या बाह्यांगाच्या वाढीचा म्हणजे त्या शास्त्राचें क्षेत्र किती याचा अभ्यास करण्यांत यावा; व नंतर शास्त्रीय विचारांची परिणति निरनिराळ्या अवस्थांतून कसकशी होत गेली हें समजण्याचा प्रयत्न करावा.

२. कलारूपानें तें प्रथम जन्म कसें पावलें, पुढें अंतस्थ अंगांची वाढ कशी झाली, शास्त्राच्या क्षेत्रांत पडणाऱ्या निरनिराळ्या गोष्टी व कल्पना यांचा एकमेकींशीं कशा रीतीनें संबंध जडला, हें जाणण्याचा शास्त्रेतिहासज्ञानें प्रयत्न करावा. एकंदर कल्पनांचा परस्परांशीं संबंध लावण्याचे विविध प्रयत्न कसकसे होत गेले हें जाणण्याचाच त्यानें प्रयत्न केला पाहिजे.

३. प्रस्तुत शास्त्रास निरनिराळ्या पद्धतींपासून म्हणजे इतर शास्त्रांपासून कोणकोणते फायदे झाले आहेत हें त्यानें लक्षांत आणावें. विशिष्ट पद्धतींचा शास्त्रांत प्रवेश कसा झाला व त्यांमुळें त्या शास्त्रांत काय फेरबदल झाले याचें निरीक्षण करावें.

४. या शास्त्रांतील संप्रदायरूपी विचारपद्धतींची वाढ कशी होत गेली इकडेहि त्यानें लक्ष दिलें पाहिजे. त्यांच्या अस्तित्वापासून काय बोध घेण्यासारखा आहे हें त्यानें ठरवावें; व वाटल्यास त्यासंबंधीं आपलीं स्वतःचीं मतेंहि व्यक्त करावीं.

५. प्रत्येक शास्त्राच्या वाढीस कोणते मानवी हितसंबंध कारण झाले याचें वर्णन, म्हणजे त्या शास्त्राच्या आणि भोंवतालच्या आर्थिक व सामाजिक इतिहासाचा अन्योन्याश्रय द्यावा.

६. ग्रंथकाराची इच्छा असली तर त्यानें ज्यांनीं या शास्त्राच्या वाढीस थोडाबहुत हातभार लावला असेल त्यांच्या स्वतःविषयींहि थोडीशी माहिती द्यावी. शास्त्राच्या वाढीच्या दृष्टीनें या गोष्टीस फारसें महत्त्व नाहीं; तथापि असल्या पुरुषांची व्यक्तिविषयक माहिती व त्यांच्या चरित्रांतील ठळक ठळक गोष्टी दिल्यानें एक प्रकारें करमणूक होऊन इतिहासग्रंथ चित्ताकर्षक होऊं शकेल.

शास्त्रवृद्धीचे दोन मुख्य घटक, आणि त्या दोहोंचें मनुष्यविषयक शास्त्रांत प्रामुख्य.—शास्त्रीय ज्ञानांतील आपली प्रगति पुढील दोन गोष्टींमुळें होते या घटकांच्या म्हणजे प्रगतिकारकांच्या फलांचें शास्त्रेतिहासांत प्रमाण आपणांस निश्चित करतां यावें.

ते घटक म्हटले म्हणजे (१) वस्तुस्थितीविषयीं मानवी ज्ञानांत प्रगति व (२) मूलतः वस्तुस्थितींतच प्रगति हे होत. केवळ समाजशास्त्रांतच फक्त यांतील दुसरा भाग महत्त्वाचा असतो. जीवनशास्त्राची गोष्ट तशी नाहीं. जीवनशास्त्रामध्यें जीवावस्था पूर्वीच्या व नव्या अभ्यासकांच्या काळांत एकसारखीच होती असें गृहीत धरलें पाहिजे. कां कीं, जीवनशास्त्रविषयक विकासामध्यें वस्तुस्थितींतील प्रगति ही सहज निदर्शनास येणारी गोष्ट नाहीं.

दोन दूरस्थित काळांतील क्रियांसंबंधानें तें एक अनुमान काढण्याचा या शास्त्राभ्यासांत प्रयत्न होत असतो. तथापि शंभर दीडशें वर्षांत अमुक नवीन प्राणी उत्पन्न झाले असें कोणासहि सांगतां येणार नाहीं. समाजशास्त्रामध्यें ज्ञानक्षेत्राचें अधिकतर ज्ञान आणि क्षेत्रवस्तुवृद्धिमूलक ज्ञान या उपरिनिर्दिष्ट दोन्ही हि गोष्टींमुळें ज्ञानवृद्धीची शक्यता आहे. शिवाय या दोन्ही ज्ञानप्रेरकांचा एकमेकांवर परिणाम होत असतो. याचा अर्थ असा कीं, भावी सामाजिक परिस्थितीवर आपणांस आज जें समाजशास्त्रीय ज्ञान असेल त्याचा बराच परिणाम होऊं शकतो. जनावरांचे गृह्यीकरण म्हणजे माणसाळवणें हें आपण समाजशास्त्रांत अंतर्भूत करण्याऐवजीं जीवनशास्त्रांतच अंतर्भूत केलें तर मात्र वस्तुवृद्धिमूलक प्राणिशास्त्रांत वृद्धीचें आणि वास्तविक सृष्टीवर सृष्टिज्ञानमूलक परिणामाचें उदाहरण देतां येईल.

भूस्तरशास्त्र, ज्योतिःशास्त्र व सेंद्रिय सृष्टिशास्त्रें म्हणजे प्राणिशास्त्र आणि वनस्पतिशास्त्र व या शास्त्रांतर्गत शारीरशास्त्र व इंद्रियविज्ञानशास्त्र या शास्त्रांचा अभ्यास अधिकाधिक वाढविणें म्हणजे पूर्वकालीं देखील अस्तित्वांत असलेल्या, तथापि आपणांस ठाऊक नसलेल्या गोष्टींची माहिती अधिकाधिक मिळविणें आहे. कदाचित रोगविज्ञानशास्त्र वस्तुसृष्टिवृद्धीमुळें अधिक वाढत असेल, पण त्याविषयींहि खात्री देतां येत नाहीं. तथापि हें शक्य आहे कीं, कमी प्रगत राष्ट्रामध्यें किंवा काळामध्यें जो मनुष्य मरून जावयाचा, तो सुधारणेनें अधिक वर्षे जगविल्यामुळें, किंवा नवीन वस्तूंच्या ग्रहणामुळें ज्या रोगांचें किंवा ज्या रोगविकासांच्या लक्षणांचें अस्तित्व पूर्वकालीं नसेल त्यांचें अस्तित्व नवीन कालीं असणें शक्य आहे. म्हणजे रोगविज्ञानशास्त्र हें मात्र वस्तुवृद्धीमुळें वाढणें शक्य आहे.

थोडक्यांत सांगावयाचें म्हटलें म्हणजे मनुष्य ज्या क्रिया करतो त्यांचा अभ्यास हा नेहमीं वाढतच जाणार. या अभ्यासाला मर्यादा नाहीं.

मनुष्यविषयकशास्त्रें.—हीं अनेक प्रकारचीं आहेत. शास्त्रीय ज्ञानाच्या इतिहासामध्यें त्यांच्या विकासाचें ज्ञान कमी महत्त्वाचें नाहीं. शास्त्रीय ज्ञानाचा इतिहास म्हणजे भौतिक शास्त्रांचा इतिहास नव्हे. यासाठीं मनुष्यविषयक शास्त्रें कोणकोणतीं आहेत याची सामान्य कल्पना दिली पाहिजे.

मनुष्याच्या राजकीय करामतीमुळें ज्या क्रिया उत्पन्न होतात त्यांमध्यें (१) शासनशास्त्र (२) धर्मशास्त्र अगर कायदेशास्त्र (३) अर्थशास्त्र वगैरे शास्त्रांचे विषय मोडतात. अर्थशास्त्रादि शास्त्रांस अधिक शिस्तवारपणा येण्यासाठीं (४) आंकडेशास्त्रांसारखीं शास्त्रें निपजतात. राजकीय घडामोडीमुळें आणि काळाच्या क्रमामुळें जो इतिहास होतो त्यामुळें (५) इतिहासाशीं संबद्ध शास्त्रें अनेक तयार होतात.

मनुष्यांच्या इतिहासाशीं संबद्ध शास्त्रें किती आहेत याचा हिशोब देणें फारच कठीण होईल. कांहींचा हिशोब व वर्णन पहिल्या विभागांत (पृष्ठ. ९९–९४) येऊन गेलेंच आहे. तसेंच मनुष्यपरिभ्रमणाचा इतिहास भाषाशास्त्राशीं आणि प्राणिशास्त्र व वनस्पतिशास्त्र यांशीं कसा संबद्ध आहे, याचें विवेचन तिसऱ्या विभागाच्या दुसऱ्या प्रकरणांत आलेंच आहे.

समाजशास्त्र, शासनशास्त्र आणि अर्थशास्त्र यांचा अभ्यास जो वाढला त्या वाढीस कारण होणारा जो सामाजिक विकास त्याचा वृत्तांत देण्यासाठीं तिसरा व चौथा विभाग खर्ची पडला आहे.

शास्त्रज्ञान आणि भारतीय दृष्टि.—अस्तित्वांत आलेल्या ज्ञानाचा, आणि ज्ञान देऊं असा वाणा अगर वहाणा करणाऱ्या वाङ्मयाचा हिशोब घेण्याचें प्रयोजन शास्त्रेतिहासामुळें उत्पन्न होतें, आणि यामुळें शिक्षणविषयक मुत्सद्देगिरीस शास्त्रेतिहासाचा उपयोग आहे. आपल्या राष्ट्राचा काल ज्ञानग्रहणाचा आहे. ज्ञानग्रहण करतांना आपणांस दिशा पाहिजे. नाहीं तर काय शिकावें आणि काय नाहीं इकडे लक्ष राहणार नाहीं. सामान्यतः शिक्षण गरजांवर अवलंबून असतें. म्हणजे ज्या शिक्षणाची बाजारांत किंमत अधिक तें शिक्षण वाढतें. तथापि बाजारांतील किंमत देखील पुष्कळदां अस्पष्ट आणि सदोष असते. सरकारच्या हातीं नोकऱ्या देण्याची संधि असल्यामुळें पुष्कळदां समाजांत अनुपयुक्त अशा शिक्षणास देखील मागणी उत्पन्न करणें शक्य आहे. शिवाय हेंहि लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं, ज्ञानग्रहण करतांना अमक्यानें काय शिकावें हा वैयक्तिक प्रश्न झाला. राष्ट्रास सर्व प्रकारच्या ज्ञानाची जरूर आहे आणि त्यामुळें आपणांस ज्या दोन गोष्टींसंबंधानें विशेष काळजी घेतली पाहिजे त्या या कीं,

(१) जें आपण शिकावयाचें तें ज्ञान म्हणजे काय आणि अज्ञान म्हणजे काय याचें कठोर अवगमन करून घेतलें पाहिजे; आणि (२) ज्या अर्थी पुष्कळ ज्ञान आपणांस भाषांतर करून घ्यावयाचें आहे, त्या अर्थी आपण केवळ ज्ञानच भाषांतरून घेत आहों, अज्ञान किंवा वायफळ गोष्टी भाषांतर करून घेत नाहीं याबद्दल काळजी वाहाणें आपणास अवश्य आहे.

जगाचें शास्त्रीय ज्ञान एकत्र करणें हें आज आपलें कर्तव्य आहे. शास्त्रीय ज्ञान जगांतील निरनिराळ्या राष्ट्रांत उत्पन्न होतें. एखाद्या राष्ट्रास एखाद्या विषयाचें ज्ञान अधिक झालें म्हणजे त्या ज्ञानाचा फायदा इतर राष्ट्रें घेऊं लागतात. आणि हा फायदा घेतांना घेणारीं राष्ट्रें साधारणपणें दुसऱ्या राष्ट्रांत अगर भाषेंत जें ज्ञान पैदा झालें असेल त्या ज्ञानाची मांडणी आपल्या भाषेंत आणि आपल्या परंपरेला जुळेल अशी करतात.

या प्रकारचे प्रयत्न ग्रीकांनीं केले, आरबांनीं केले आणि पाश्चात्य सुसंस्कृत राष्ट्रांनींहि केले. पाश्चात्यांनीं कांहीं ज्ञान आरबांपासूनहि घेतलें आहे.

आपणांस जगाचा ज्ञानसंग्रह स्वायत्त करून घेतांना ज्या क्रिया कराव्या लागतील त्या करतांना दोन गोष्टी लक्षांत घेतल्या पाहिजेत. पहिली गोष्ट झटली म्हणजे काय घ्यावयाचें

आणि काय टाकावयाचें याचें निरीक्षण. ज्ञान हें ज्ञान मांडण्याच्या रचनेपासून आणि सांपडलेल्या सत्यांस एकत्र जोडण्यासाठीं वारंवार तयार झालेल्या "तत्वज्ञानां" पासून म्हणजे विचारपद्धतींपासून मोकळें केलें पाहिजे. आपल्या देशांत पाश्चात्य तत्वज्ञानाकडे पहात असतां आपली वृत्ति अत्यंत साशंक असली पाहिजे.

ज्ञानाच्या शुद्धीकरणासाठीं एक गोष्ट अवश्य आहे कीं, जें ज्ञान एका राष्ट्रांत प्रसृत होतें त्या ज्ञानाची दुसऱ्या राष्ट्रांकडून किंवा संस्कृतींकडून तपासणी झाली पाहिजे. पाश्चात्यांनीं जो ज्ञानसंचय केला तो प्रथम विद्यार्थिबुद्धीनें शिकलाच पाहिजे. तथापि तो ग्राह्य म्हणून घेऊन दुसऱ्यास देण्यापूर्वी तपासला पाहिजे. एका संशोधकानें प्रयोग करून कांहीं सिद्धांत काढले तर त्यांवर एकदम विश्वास टाकण्यापूर्वी दुसऱ्या कोणा संशोधकानें ते तपासून पाहिलेले असावेत, असें ज्याप्रमाणें शास्त्रज्ञांस वाटतें, त्याप्रमाणेंच एका राष्ट्रांत किंवा संस्कृतींत तयार झालेले सिद्धांत दुसऱ्यांनीं स्वीकारतांना तपासलेच पाहिजेत.

जगांतील ज्ञानसंचयासंबंधीं आपलें कर्तव्य.— एखाद्या राष्ट्रांत एखादें शास्त्र वाढलें म्हणजे त्या राष्ट्रांतील कांहीं माणसांना कांहीं गोष्टी मान्य होतात. त्या राष्ट्रांतील शास्त्रीय सिद्धांतांस मान्यता देण्यापूर्वी दुसऱ्या राष्ट्रानें त्यांचें ज्ञान तपासून घेतलेलें बरें. कां कीं, एखादा शास्त्रज्ञ ज्याप्रमाणें हीं पूर्वग्रहांमुळें चुकीचे सिद्धांत काढतो, त्याप्रमाणें चुकीच्या पूर्वग्रहांनीं बाधा पावलेलें त्या त्या देशांतील शास्त्रमंडळ कांहीं गोष्टी चुकीनेंच मान्य करील. अशा गोष्टी ज्ञानाच्या इतिहासांत अनेकदां झाल्या आहेत आणि यासाठीं एका देशांतील शास्त्रज्ञांनीं दुसऱ्या देशांत संवृद्ध झालेलें ज्ञान किंवा शोध काळजीपूर्वक तपासणें अवश्य आहे. जगाचें ज्ञान पुन्हां तपाशांत बसणें व वाढविणें इत्यादि क्रिया करण्यास समर्थ इतका शास्त्रज्ञांचा वर्ग आपल्या देशांत वाढला नाहीं. परंतु न वाढण्याचें कारण ती बुद्धीच जागृत झाली नाहीं हें होय. येथें आपणांस एवढीच क्रिया करतां येईल कीं, जो ज्ञान म्हणून पुढें गेलेल्या राष्ट्रांनीं मांडलेला समुच्चय आहे, त्याचें दुसऱ्या भाषेंत पात्रांतर करतांना केवळ भाषेमुळें आणि तिनें जखडलेल्या विचारपरंपरेमुळें जे दोष ज्ञानांत शिरतात ते काढून टाकणें. ही क्रिया करण्यासाठीं ज्ञानपात्रांतरतत्वें पुढें मांडलीं पाहिजेत.

महाराष्ट्राची वैज्ञानिक महत्त्वाकांक्षा.—जगाचे एक अवयव या नात्यानें आपलें एक महत्त्वाचें कार्य म्हटलें म्हणजे जगाच्या ज्ञानाच्या बरोबर आपल्या समाजाचा ज्ञानसंचय आणणें. आपल्या राष्ट्रास बौद्धिक अधोगति प्राप्त झाली आहे ती घालविणें हा ज्ञानकोशरचनेचा मुख्य हेतु आहे. पण तो एकाएकीं साध्य व्हावयाचा नाहीं. ग्रंथमर्यादा, साहित्य आणि महाराष्ट्रांत उपलब्ध असलेलें पांडित्य या गोष्टींवर यशापयश अवलंबून राहणार. ज्ञानकोश हें सर्व प्रयत्नाचें फल, तसेंच उत्तरकालीन प्रयत्नाचा प्रारंभ होय. आपले शास्त्रज्ञ जगांतील शास्त्रज्ञांच्या तोडीचे झाले पाहिजेत एवढेंच नव्हे तर आपल्या सामान्य जनतेवर वाढत्या शास्त्रज्ञानाचा संस्कार झाला पाहिजे. सामान्य जनतेस शास्त्रीय ज्ञानाचें बाळकडू मिळाल्याशिवाय देशांत मोठमोठे शास्त्रज्ञ उत्पन्न होण्यास अवकाश नाहीं. आणि सामान्य जनता शास्त्राशीं अनभिज्ञ असतां शास्त्रज्ञान जरी उत्पन्न झालें तरी त्याचा समाजास फारसा फायदा मिळणार नाहीं. कोणी नवीन शोध केला तरी त्याचा फायदा परके लोक घेणार. शास्त्राचा प्रत्यक्ष उपयोग अनेक प्रकारच्या व्यवहारांत होतो. शास्त्राच्या साहाय्यानें बाजारांतील वस्तु निर्माण करण्याची खटपट शक्य होणें हें, मोठमोठे व्यापारी, भांडवलवाले या प्रकारच्या लोकांनां त्या शोधाचें व्यावहारिक स्वरुप समजून त्यांत फायदा आहे कीं, तोटा आहे, हें जाणण्याइतकें शास्त्रज्ञान वाढलें असण्यावर अवलंबून आहे. अर्थात् शास्त्रज्ञान सार्वत्रिक झालें पाहिजे. तें सर्वजनसमाजामध्यें वाढविलें पाहिजे. येथें हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं, शास्त्रीय ज्ञान देश्य भाषेंत आल्याशिवाय त्याचा लोकांत प्रसार होणें शक्य नाहीं. परकी भाषा शिकून ज्ञान पैदा केलें तरी तें देशांत चिरस्थायी होणार नाहीं असें समजावें. परकीय ज्ञान स्वदेशी भाषांत आणण्याचें काम जितकें सोपें वाटतें तेवढें मात्र नाहीं. सध्यां भाषांतरें करणारा वर्ग गचाळपणानें भाषांतरें करीत आहे.

भाषांतराची आवश्यकता आणि भाषांतरतत्त्वें.—भाषांतर करणें म्हणजे दोन भिन्न भाषा बोलणाऱ्या व्यक्तींस त्यांच्या सामुच्चयिक निरनिराळ्या इतिहासांमुळें एकाचें लिहिणें दुसऱ्यास समजण्यास ज्या अडचणी उत्पन्न होतात त्या काढून टाकणें होय. ज्ञानाचें पात्रांतर पद्धतशीर करणें हें भावी जनतेचें कर्तव्य आहे. हें कर्तव्य ज्ञानकोशाच्या रचनेंत संपणार नाहीं आणि यामुळें ज्ञानकोशाच्या लेखकांपुढें ज्ञानपात्रांतराचे जे नियम मांडले ते सर्व लोकांस उपयुक्त होतील या हेतूनें प्रसिद्ध करीत आहों.

पूर्वार्जितपरीक्षण.—जगाच्या विचारक्रमाच्या इतिहासाचें आपणांस पर्यालोचन तर अवश्य आहे; तथापि त्या पर्यालोचनांत आपलीं मतें वहकूं न देणें हें त्याहूनहि अवश्य आहे. हिंदुस्थानामध्यें आज अभ्यास इंग्रजी भाषेच्या साहाय्यानें होतो, आणि त्यामुळें त्या भाषेच्या योगानें विचाराला परकीय बंधन उत्पन्न होतें, तें आपल्या बोकांडीं बसत आहे. जुन्या विचारक्रमांत पुष्कळदां हें झालें आहे कीं, शास्त्रीय ज्ञानाचा, म्हणजे वस्तूंच्या पृथक्करणमूलक, सादृश्यासादृश्यज्ञानमूलक आणि व्यवस्थितदर्शनमूलक ज्ञानाचा विकास होण्यापूर्वीच, आणि हें ज्ञान संपादन करण्यास लागणारी यांत्रिक साधनशक्ति उत्पन्न होण्यापूर्वीच जो अजमासी विचार झाला तोच "विचार" "फिलॉसफी" (इंग्रजी शब्द घेऊन त्या शब्दाचें भाषांतर

करून त्या शब्दांनां कांहीं तरी अर्थ आहे असें समजणारे लोक त्याला तत्त्वज्ञान शब्द वापरतात.) या नांवानें बोधिला जाऊन सध्यां तो हिंदुस्थानांतील बऱ्याचशा भोळसर अध्यापकांच्या तोंडांतून विद्यार्थ्यांवर निष्कारण लादला जात आहे. फिलॉसफी काय चीज आहे ती ठरली नाहीं. या शब्दावर फिदा होणारी मंडळी आपल्या इष्ट विचारसमुच्चयास हा शब्द लावतात. फिलॉसफी या शब्दांत मावणारा विचारसमूह एकाच्या मतानें एक तर दुसऱ्याच्या मतानें दुसरा आहे. वस्तूंनां ओळखून त्यांनां शब्द लावणें ही शास्त्रीय पद्धति टाकून देऊन एका आवडत्या शब्दाचा आपणास आवडता कांहीं तरी अर्थ उत्पन्न करणें, या पंडिती मोहापासून सुटका न झाल्यामुळें हा शब्द कायम ठेविला आहे; व निरनिराळ्या देशाचे व निरनिराळ्या बौद्धिक संप्रदायांचे लोक त्या शब्दाची अर्थकक्षा आपल्या इच्छेप्रमाणें आंखीत आहेत. परंपरागत मूर्खपणाच्या तावडींतून सुद्धां इच्छिणाऱ्या भारतीयांनीं "फिलॉसफी" नांवानें यूरोपांतून येणाऱ्या बऱ्याचशा मूर्खपणाच्या जाळ्यांत आपण सांपडणार नाहीं अशी खबरदारी घेतली पाहिजे. सध्यां हिंदुस्थानांतील अनेक युनिव्हर्सिट्यांत व कालेजांत फिलॉसफी नांवाचा विषय असतो; आणि त्या विषयाचे अध्यापक यूरोपियन पंडितसंप्रदायांतील मूर्खपणाची फळी फोडून निघाले नाहींत असें मोठ्या खेदानें म्हणावें लागतें. इंग्रज "फिलासफी" चा अध्यापक आपला मूर्खपणा येथें शिकवितो, आणि त्या मूर्खपणाचीच परंपरा विद्यापीठांतील हिंदुस्थानी लोक शिकतात.

जुन्या विचारांतील अनवद्य भागांचें दूरीकरण आणि वैज्ञानिक रचनेचीं तत्त्वें:— आधुनिक यूरोपीय लोकांचा शास्त्रीय विचार हा ग्राह्य नाहीं असें कोणी म्हणणार नाहीं. तथापि यूरोपांत निरनिराळ्या काळांत उत्पन्न झालेल्या विचारव्यंजनांचीं दर्शनें येथें शिकविण्याचा अट्टाहास कशाला? यूरोपीय लोकांचे आधुनिक विचारहि सदोष नाहींत असें नाहीं. जुन्याशीं मिळतें करून घेण्याची तारंबळ व शब्दांचे स्वतःच्या भावमूलक इच्छेप्रमाणें केलेले अर्थ यांच्या स्पर्शामुळें कांट, व जुन्या विचारांचा द्वेष्टा कोंट यांच्या सारख्यांचे विचार दूषित झाले आहेत. आणि यामुळें यूरोपांत सध्यांचा येणारा विचारौघ केवळ शास्त्रीयज्ञानमूलक आहे, किंवा दुसऱ्या कोणत्या तरी भक्तिमूलक मोहानें दूषित झाला आहे याचें निर्दयपणें पृथक्करण करून आपणांस भावी वैज्ञानिक रचनेचीं तत्त्वें तयार केलीं पाहिजेत.

वरील वर्ज्यावर्ज्यविवेकाचीं तत्त्वें येणेंप्रमाणें:—

१ जो विचार केवळ निरनिराळ्या भौतिक शास्त्रांच्या मूलस्वरूपासारखा आहे तो विचार वजा केला पाहिजे.

२ त्याचप्रमाणें भौतिकशास्त्रविषयांच्या जुन्या कल्पनांवर जो तात्त्विक विचार रचला गेला आहे, तोहि वगळला पाहिजे. म्हणजे ज्या शास्त्रांमध्यें जग पंचमहाभूतात्मक धरून, किंवा द्रव्यविषयक जुन्या कल्पना धरून त्यावर सिद्धांत रचले गेले असतील त्या शास्त्रांचे सिद्धांत गटारांत टाकून दिले पाहिजेत.

३ जो कल्पनाभेद केवळ शब्दमूलक आहे, किंवा भावनेच्या विशिष्ट स्वरूपामुळें जो वादविवाद उत्पन्न झाला आहे तोहि अजीबात वजा केला पाहिजे.

या तऱ्हेनें जुन्या विचारांचें पृथक्करण थोडें बहुत येथेंच देण्याचा आमचा विचार आहे. आणि परंपरागत आलेल्या यूरोपांतील विचारसमुच्चयाचा कोणता भाग भावी अभ्यासकांनीं खुशाल माळ्यावर टाकून, आपण मोकळ्या बुद्धीनें विचारास लागलें पाहिजे हें शोधण्याचा येथें थोडासा उपक्रम केला आहे. सध्यांचे तत्त्ववेत्ते जरी घेतले, तरी प्राचीनांच्या आदरामुळें त्यांच्या लेखनांत मूर्खपणा कोठें कोठें येतो, याचें सामान्य स्वरूप मात्र येथें निदर्शित केलें जाईल. 'फिलॉसफी' या नांवाखालीं येणारें जुन्या पांडित्याचें भूत पूर्णपणें गाडून टाकणें ही गोष्ट आपल्या भावी वैज्ञानिक उत्कर्षास अत्यंत अवश्य असल्यामुळें हें काम जितक्या निर्दयतेनें व्हावयास पाहिजे तितक्या निर्दयतेनें आमच्या हातून झालें नाहीं. तरी आपल्या देशांतील भावी पंडितवर्ग तेंच काम अधिक मोकळ्या मनानें आणि निर्भय बुद्धीनें करील असा भावी प्रगतीचीं सुखकर स्वप्नें पहाणाऱ्या ज्ञानकोशकारांस पूर्ण भरंवसा आहे.

जितका निर्दयपणा पाश्चात्त्य विचार तपासतांना ठेविला पाहिजे, त्याहूनहि अधिक निर्दयपणा आपल्या वाडवडिलांचेच विचार तपासतांना ठेविला पाहिजे. परक्याचें खूळ लवकर दिसतें, व खुळास खूळ म्हणण्यास दिक्कत वाटत नाहीं. परंतु आपल्या बापजाद्यांचें खूळ जरी त्याहूनहि मोठें असलें, तरी त्यास खूळ म्हणण्यास संकटच वाटतें; आणि यासाठीं आपले पैतृक विचार तपासतांना आपण जास्तच जागरूक राहिलें पाहिजे. शिवाय हेंहि लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, आपण पैतृक भाषाच बोलत असल्यामुळें भाषामूलक विचारदोष आपल्या डोक्यांत चटकन उतरणार नाहींत. शब्दांवरून वस्तुज्ञान करून घेण्याची अशास्त्रीय संवय आपणांस पैतृक विचार तपासतांना अधिक भोंवेल, याची जाणीव आपण ठेविलीच पाहिजे.

पाश्चात्त्यांचीं खुळें तपासून आपणांस तीं काढून टाकावयाचीं, आणि ज्ञानाभास ज्ञानापासून खुला करावयाचा. या क्रिया करण्यासाठीं आपणांस प्रथम दोन क्रिया कराव्या लागतील. एक क्रिया म्हटली म्हणजे "तत्त्वज्ञानें" उर्फ "फिलॉसफी" या नांवाखालीं विकल्या जाणाऱ्या पद्धतींचें भावी पिढीस ग्राह्याग्राह्यतेच्या दृष्टीनें परीक्षण, आणि दुसरी गोष्ट म्हटली म्हणजे ज्ञानाची शब्दजालापासून सोडवणूक. ही सोडवणूक करण्यासाठीं म्हणजे शब्द आणि कल्पना यांतील संबंधांतील अनिश्चितपणा काढून टाकण्यासाठीं भाषांतर करण्याचीं तत्त्वें बोधिलीं पाहिजेत. ज्ञानकोश तयार करतांना

लेखकांपुढें जें सूचनापत्र ठेवलें होतें तेंच येथें मांडलें असतां शब्दजालापासून ज्ञान सोडविण्याची क्रिया कशी केली पाहिजे याची कल्पना येईल. यासाठीं तीं तत्वें येथें देतों. 'फिलॉसफी' या नांवाखालीं खपणाऱ्या विचारपद्धतींचा परामर्श पुढें घेण्यांत येईल.

भाषांतरशास्त्र.—भाषांतर म्हणजे एका भाषेंत जें आहे तें दुसऱ्या भाषेनें व्यक्त करणें. भाषांतर करण्यासाठीं जो ग्रंथ आपण घेतला असेल त्या ग्रंथाचा अभ्यास जितका सूक्ष्म होईल तितकें भाषांतरहि यथामूल होईल. ग्रंथाचा अनेक अंगांनीं अभ्यास झाला पाहिजे. म्हणजे भाषांतरांत मूळचीं अनेक अंगें स्पष्ट करितां येतील.

भाषांतर करण्यासाठीं लेखक ज्यावेळेस प्रवृत्त होतो त्यावेळेस त्याचा कांहीं विशिष्ट हेतु असतो. मूळ ग्रंथाचें सर्व तऱ्हांनीं ज्ञान करून देणें हा त्याचा हेतु नसतो. हेतूंची भिन्नता आणि त्यामुळें उत्पन्न झालेले लेखनभेद हे लक्षांत येण्यासाठीं कांहीं उदाहरणें घेतों.

(१) प्राचीन इजिप्त देशांतील मनोऱ्यावरील, अगर ऋग्वेदांतील, अगर अवेस्तामधील उताऱ्यांचें भाषांतर.

(२) परक्या भाषेंतील कादंबऱ्यांचें अगर नाटकांचें भाषांतर.

(३) परक्या भाषेंतील शास्त्रीय ग्रंथांचें भाषांतर.

याप्रकारें ग्रंथभेदावरून व भाषांतर करण्याच्या हेतूवरून भाषांतरांच्या स्वरूपाचा विचार करावा लागतो. प्राचीन शिलालेखांचें, किंवा कोर्टापुढें येणाऱ्या कागदांचें जितकें मूललेखस्वरूपज्ञानदायक भाषांतर होईल तितकें चांगलें.

जो ग्रंथ शास्त्रीय किंवा विचारप्रवर्तक आहे त्या ग्रंथाचें भाषांतर करण्यासाठीं निराळीं तत्त्वें लावलीं पाहिजेत. विशिष्ट ग्रंथाची माहिती करून देण्याचा हेतु येथें नसतो, तर विशिष्ट विषयाची माहिती करून देणें हा असतो.

परक्या भाषांतून शास्त्रीय किंवा ऐतिहासिक ग्रंथांचें भाषांतर करणारांनीं हें लक्षांत ठेवावें कीं, भाषांतर करणें, म्हणजे एका राष्ट्रास असलेली माहिती अगर त्याच्या कल्पना हीं दुसऱ्या राष्ट्रांत नेणें होय; आणि भाषांतरासाठीं भाषांतर करणारांनीं ज्ञानाचें पात्रांतर कसें करावें याचीं तत्त्वें लक्षांत घेतलीं पाहिजेत.

एखाद्या ग्रंथाचें भाषांतर करतांना, भाषांतरकर्त्यानें खालील गोष्टींचा विचार करावाः—

१ ग्रंथकर्त्याचा कोणतें ज्ञान वाचकांस अवगत करून देण्याचा विचार आहे ?

२ वाचकांस कोणत्या गोष्टी अवगत आहेत असें भाषांतरासाठीं घेतलेला ग्रंथकार गृहीत धरतो ?

३ भाषांतरकर्ता अगर वक्ता ज्या वाचकवर्गास अगर श्रोतृवर्गास प्रवचन करीत आहे, त्या वर्गास मूळ ग्रंथकारानें पूर्वज्ञान म्हणून गृहीत धरलेल्या गोष्टी अवगत आहेत काय ?

भिन्न वाचकांच्या मनोभूमिकांचें अवगमन.— मूलग्रंथाच्या वाचकवर्गाचें बौद्धिक अथवा ज्ञानविषयक पूर्वार्जित अथवा पूर्वसंचित, व आपल्या श्रोत्यांचें पूर्वसंचित यांमधील भेद भाषांतकारास जितका सूक्ष्मपणें अवगत होईल तितकें त्यानें केलेलें भाषांतर सुलभ होईल.

उदाहरणार्थ, लो. टिळकांचें "आर्टिक होम इन दी वेदाज" हें पुस्तक घ्या. या पुस्तकाचें भाषांतर जर करावयाचें असलें, तर भाषांतरकर्त्यानें ज्या गोष्टी लक्षांत घ्यावयाच्या त्या येणेंप्रमाणेः—

आर्यन् या शब्दास पाश्चात्यांनीं जातिविषयक किंवा महावंशविषयक जो अर्थ दिला आहे तो महाराष्ट्रीयांस परिचित आहे काय ? या आर्यन् महावंशाच्या मूलोत्पत्तिविषयक ज्या कल्पना यूरोपियांनीं निर्माण केल्या आहेत त्या कोणत्या आहेत ? त्यांपैकीं प्रस्तुत ग्रंथकारानें कोणत्या सत्य म्हणून गृहीत धरल्या आहेत ? आणि कोणत्या, खोडून टाकण्याचा प्रयत्न केला आहे ? भूस्तरशास्त्रविषयक कोणती माहिती वाचकांस परिचित आहे असें मूलग्रंथकर्त्यानें गृहीत धरलें आहे ? वेदाभ्यासविषयक कोणते प्रयत्न पाश्चात्यांनीं केले आहेत ? त्यांतले कोणते निर्णय प्रस्तुत ग्रंथकारानें मान्य करून आपली विचारपरंपरा त्यांस जोडली आहे ? अशा तऱ्हेचें निरनिराळ्या अंगांनीं पृथक्करण करावें. तें अगोदर कागदावर लिहावें. त्यांतील अंगें, वाचकांस पुस्तकांत बोधिलेलीं नवीन मतें अगर सत्यें शिकविण्यापूर्वी परिचायक प्रस्तावनेंत, अथवा पुस्तकाच्या अंगांतच विषयांतर करून किंवा टीपारूपानें वाचकांच्या पुढें मांडावींत.

प्रस्तुताप्रस्तुतनिरीक्षण.—मूलग्रंथांतर्गत देय सत्य आणि अप्रस्तुत भाग यांचें पृथक्करण करणें ही भाषांतरशास्त्राची दुसरी पायरी होय. जेथें पाश्चात्त्यांचें ज्ञान द्यावयाचें आहे, तेथें पूर्वगत वादविवादापासून निर्णयांचें पृथक्करण करावें. उदाहरणार्थ, स्पेन्सरचें "रिलिजन" आणि "सायन्स" यांच्या संग्रामासंबंधाचें विवेचन व निर्णय घ्या. याचें जशाचें तसें भाषांतर करण्यांत कोणताहि फायदा नाहीं. प्रथमतः, भाषांतरकारानें हे वादविवाद उद्धृत करणें अवश्य आहे काय ? हा वादविवाद अजिबात वगळल्यास सर्व जगास लागू पडणारें असें कोणतें तत्त्व सांगावयाचें सुटेल ? हा वादविवाद अजीबात वगळला तर जगद्विषयक व्यापक तत्त्व जरी सुटलें नाहीं, तरी पाश्चात्त्यांच्या विचारपरंपरेच्या व ज्ञानप्रगतीच्या इतिहासाचा महत्त्वाचा भाग आपण वगळला असें होईल काय ? व जर तो भाग ठेवावयाचा असेल तर मुळांतील जीं विधानें आपण महाराष्ट्र

वाचकांच्या समोर आणण्याचें साहस करीत आहों, तीं विधानें व वाक्यें, ऐतिहासिक दृष्टीनें पूर्णपणें समजण्यास सोपें जाईल असें वाङ्मय मराठींत आज तयार आहे काय ? नसल्यास तीं अंगें समजावून देण्याची जबाबदारी घ्यावयास आपण तयार आहों काय ? हे प्रश्न आपल्या मनास विचारून काम करणें अवश्य आहे. कारण अनेक गोष्टी सांगतांना आणि अनेक सत्यें समजावून देतांना, प्रत्येक लेखकास आपल्या वाचकवर्गास अनुरूप अशा, म्हणजे स्थानिक व तात्कालिक महत्त्वाच्या परंतु त्या सत्याच्या ज्ञानाशीं निकट संबंध नसलेल्या, अनेक गोष्टींची चर्चा करावी लागते. त्या सर्वांचें स्पष्टीकरण करणें कोणाहि भाषांतरकारास शक्य नसतें. कित्येक शब्दांचा अर्थच स्पष्ट करण्यास वरीच ऐतिहासिक परंपरा द्यावी लागते.

ज्ञानकोशकारांस सत्यविषयक निर्णय द्यावयाचे आहेत. ते देतांना जर लेखकांस त्या निर्णयास साधक अशीं कारणें अवगत असतील तर तीं त्यांनीं द्यावींत आणि तीं साधक कारणें देतांना अपरिचित उदाहरणांपेक्षां परिचित उदाहरणें असतील तर परिचित उदाहरणेंच दिलीं पाहिजेत. अपरिचित क्षेत्रांतील उदाहरणें देण्यास कारण परिचित क्षेत्रांतील उदाहरणांचा अभाव हेंच आहे काय, हा मनाशीं विचार करावा; अगर आपण परकीय उदाहरणें देऊन आपलें अज्ञान लपविण्याचाच प्रयत्न करीत आहों काय याचा आपल्या मनाशींच प्रामाणिकपणानें विचार करावा. परकीय उदाहरणें घेणें हा अधम पक्ष होय असें समजावें; आणि लेखकानें ही खूण गांठ मनांत बांधावी कीं, जर आपणास एतद्देशीय उदाहरणें देतां येत नसतील तर अनेक प्रसंगीं तो विषयच आपणास पूर्ण समजला नाहीं, हेंच कारण मुळाशीं असेल.

शब्दांच्या अर्थकक्षा समजून भाषांतर पाहिजे.– इंग्रजी कल्पना व्यक्त करतांना, प्रत्येक शब्दाच्या अर्थाचें संपूर्ण क्षेत्र आणि त्या अर्थकक्षेच्या अंगांचा इतिहास लक्ष्यांत न घेतां केवळ इंग्रजी शब्दांपासून व्यक्त होणाऱ्या अर्थांगांपैकीं एका अंगाकडेच लक्ष जाऊन त्यास प्रतिशब्द मराठींत योजले गेले आहेत; आणि हे मराठींत प्रतिशब्द योजतांना जे प्रतिशब्द वापरले गेले त्यांची अर्थकक्षा पूर्णपणें लक्षांत न घेतल्यामुळें जसें ज्ञान दुष्ट झालें आहे तशीच मराठी भाषा देखील दुष्ट झाली आहे; आणि यामुळें शुद्ध ज्ञान देण्याकडे तसेंच शुद्ध भाषा वापरण्याकडे लक्ष देणें अत्यंत अवश्य आहे. यासाठीं, कधीं कधीं जो विचार आपणांस व्यक्त करावयाचा तो मनांत संस्कृतमध्यें व्यक्त करण्याचा प्रयत्न करावा, आणि संस्कृतमध्यें व्यक्त करण्यास अडचण पडते कीं काय हें पहावें. ज्या तऱ्हेचे सामान्य विचार आज आपण व्यक्त करीत आहों, त्या तऱ्हेचे विचार इ. स. १८१८ पूर्वीं संस्कृत पंडितांनीं कसे व्यक्त केले असते हा विचार मनांत आणावा. असें केल्यानें भाषाशुद्धि वरीच होईल.

उदाहरणार्थ "ही गोष्ट आपल्या धर्मांत आहे काय ?" अशा तऱ्हेचें वाक्य पुष्कळ सुशिक्षितांच्याहि लेखांत आढळून येतें. हें वाक्य "इझ इट इन अवर रिलिजन ?" या वाक्याचें भाषांतर होय. असें भाषांतर करणारांनीं 'रिलिजन' आणि धर्म हे शब्द समानार्थक आहेत असें गृहीत धरलें आहे; आणि हा प्रश्न ह्यामुळें सार्थ आहे असें कित्येकांस वाटतें. १८१८ पूर्वीच्या पंडितांनीं 'ही गोष्ट धर्म आहे काय ?' असा प्रश्न विचारला असता. प्रस्तुत भाषाभेदाचें प्रयोजन एवढेंच कीं, पाश्चात्त्य संस्थांमध्यें वरील प्रकारचा प्रश्न योग्य होता; आणि त्यांच्या वाक्याचें शब्दशः भाषांतर करण्याची संवय गेल्या पिढींतील लोकांस लागली. पाश्चात्त्यांच्या भाषांमध्यें असल्या प्रकारचा प्रश्न सार्थ होण्याचें कारण हेंच कीं, त्यांचा समाज कांहीं विशिष्ट तत्त्वें अगोदर स्थापन होऊन, तीं तत्त्वें जे गृहीत धरतील त्यांचा त्या समाजांत अंतर्भाव करावा या पद्धतीनें बनलेला आहे. त्यामुळें प्रत्येक मनुष्यास अमुक गोष्ट आपल्या समाजघटनेच्या पूर्व तत्त्वांत म्हणजे 'रिलिजन' मध्यें आहे किंवा नाहीं हा प्रश्न सार्थ होई. तथापि हिंदु समाज म्हणजे कांहीं विशिष्ट तत्त्वें अगोदर स्थापन करून तीं ग्राह्य करणारांचा समाज बनवावयाचा, आणि जे जे तीं तत्त्वें घेतील त्यांचा त्या समाजांत अंतर्भाव करावयाचा अशा पद्धतीनें बनला नाहीं.

शब्दभाषांतर नको कल्पनापात्रांतर पाहिजे.— भाषांतरित ग्रंथास संक्षेप कोठें द्यावयाचा आणि त्याचा विस्तार कोठें करावयाचा हें समजल्यानंतर पुढची पायरी म्हणजे ज्या कल्पना आपणांस व्यक्त करावयाच्या आहेत, त्या कल्पना मूळ वाक्यांतील एखाद्या विशिष्ट शब्दाचें भाषांतर नवीन शब्द तयार करून केल्याशिवाय करतां येणें शक्य आहे किंवा नाहीं. शब्दाचें भाषांतर करूं पहाणें हा अधम पक्ष होय. तो शब्द भोंवतालच्या शब्दांसह जी कल्पना व्यक्त करतो, ती कल्पना परिचित शब्दांनीं व्यक्त करणें अशक्य आहे काय असा एक विचार पुढें करावा. बहुतेक प्रसंगीं असें आढळून येईल कीं, अस्तित्वांत असलेल्या शब्दांनीं नवीन कल्पना व्यक्त होईल. असें जर आढळून आलें तर विनाकारण एखाद्या इंग्रजी शब्दास प्रतिशब्द आणण्याचा प्रयत्न करणें हा दोष आहे. एखाद्या इंग्रजी शब्दाचें भाषांतर करावयाचें झालें ह्मणजे पहिलें कर्तव्य त्या शब्दाची अर्थकक्षा पूर्ण पहाणें हें होय.

शब्दांच्या अर्थांच्या पृथक्करणाची पद्धति.–प्रत्येक भाषेस इतिहास असतो. एकच शब्द अनेक अर्थांनीं निरनिराळे लोक वापरतात. असें झालें ह्मणजे जे भिन्न भिन्न अर्थ असतील त्यांतील कोणता अर्थ आपणांस प्रथम घ्यावयाचा याचा विचार करणें ही पहिली पायरी होय. उदाहरणार्थ "टर्म" हा इंग्रजी शब्द घ्या; "टर्म" या शब्दाचा कायद्यांत अर्थ निराळा आहे; कॉलेजांत जाणाऱ्यांच्या दृष्टीनें अर्थ निराळा आहे; शास्त्रज्ञांच्या दृष्टीनें अर्थ

निराळा व इंग्रजी तर्कशास्त्राच्या दृष्टीनें निराळा अर्थ आहे. तर असे निरनिराळे अर्थ ज्या वेळेस दृष्टीस पडतील त्या वेळेस कोणत्या अर्थाशीं आपणांस प्रयोजन आहे हें प्रथम ठरवावें. मुळांत अनेकार्थी शब्द आहे ह्मणून मराठींतहि अनेकार्थीच शब्द वापरला पाहिजे असें नाहीं; व शब्दाचे अनेकार्थ ज्यांत व्यक्त होतील असा एक शब्द टांकसाळींतून पाडण्याचेंहि कारण नाहीं. " अस्माकूनां नैय्यायिकानां अर्थेरि तात्पर्यम् न तु शब्दरि " हाच जुना नियम भाषांतर-कारांसहि लागू आहे.

मूळ शब्दांतील इष्ट अर्थाची भाषांतरार्थ योजलेल्या शब्दाशीं समान व्यापकता.—मुळांतील शब्दांच्या अर्थकक्षेंतील अनवश्यक भाग काढून टाकल्यानंतर पुढची पायरी ह्मणजे जो अर्थ आपणांस घ्यावयाचा आहे, त्या अर्थाशीं सामानार्थक असा मराठी शब्द शोधणें. परंतु हें कार्य करतांना देखील सावधगिरी ठेविली पाहिजे ती ही कीं, जो अर्थ आपणांस व्यक्त करावयाचा आहे, आणि तो व्यक्त करण्याकरितां आपण जो मराठी शब्द वापरीत आहों, त्या मराठी शब्दाच्या ठायीं अतिव्याप्ति अगर अव्याप्ति आहे काय? अतिव्याप्ति व अव्याप्तीचा दोष लक्षांत येण्यासाठीं अत्यंत सुलभ मार्ग ह्मणजे मूळ अर्थाचें पृथक्करण करणें. मूळ शब्दाच्या घेतलेल्या अर्थामध्यें कोणकोणत्या कल्पना येतात त्या निरनिराळ्या काढून प्रथम मांडाव्या; आणि त्या मांडल्यानंतर जो मराठी शब्द आपण वापरणार त्यांत मुळांतील सर्व उद्दिष्ट कल्पना येत आहेत कीं नाहीं हें पहावें. मराठी शब्द जर अव्यापक असेल तर त्याची उणीव भरून काढण्यासाठीं दुसरा आणखी एक शब्द घालून दोन शब्दांनीं ती कल्पना व्यक्त करतां येईल काय हें पहावें. मराठी शब्द जर अतिव्यापक असेल, तर अर्थाधिक्याचा छेद विशिष्ट संदर्भानें तो शब्द वापरल्यानें होत आहे किंवा नाहीं हें पहावें; व तसा होत नसल्यास दुसरा शब्द वापरून पहावा. ज्या वेळेस आपण मुळांतील शब्दाच्या घेतलेल्या अर्थाचें पृथक्करण करीत असूं, त्या वेळेस आपणांस पृथक्करण-कार्य सुलभ होण्यासाठीं इंग्रजी कोश उघडून पहावा. त्यांत एकापेक्षां अधिक शब्द वापरून अर्थ दिला असेल; तसें असल्यास अर्थांगाचें पृथक्करण करण्याचें कार्य सुलभ होईल. इंग्रजी डिक्शनरींत अर्थ देतांना जे शब्द वापरले असतील ते देखील साधे नसतील. त्यांपैकीं अनेक असे असतील कीं, प्रत्येक शब्दांत अंतर्भूत होणारी कल्पना साधी नसून संकीर्ण असेल. तर त्या त्या शब्दांचें देखील पृथक्करण केलें पाहिजे; व त्यासाठीं घटकावयवीभूत तेहि शब्द पुन्हां कोशांत पाहिले पाहिजेत.

शब्दाच्या अर्थावर दुसऱ्या शब्दांच्या सान्निध्याचा परिणाम.—शब्दांचें पृथक्करण केल्यानंतर, दुसरा विचार ह्मणजे तो शब्द ज्या इतर शब्दांशीं संगत असेल त्यानें शब्दाचा अर्थ नियमित होत आहे काय हें पहाणें, किंवा दुसऱ्या शब्दाच्या सान्निध्यामुळें त्या शब्दाचें अर्थांतर होत आहे काय हें पहाणें होय.

रूपकांचें भाषांतर—प्रसंगीं इंग्रजींत असें होतें कीं, एक शब्द रूपकात्मक असतो आणि त्यासन्निध दुसरा मूळ स्वरूपांत असतो. उदाहरणार्थ, " रेन्स ऑफ गव्हर्नमेंट " यांत अस्पष्ट रूपक आहे. अशा प्रसंगीं आपण असा विचार करावा कीं, आपणांस रूपक ठेवावयाचें आहे किंवा नाहीं. मुळांतील उपमान काय व उपमेय काय ? प्रस्तुत प्रसंगीं वाहन हें उपमान होय व " गव्हर्नमेंट " ह्मणजे शासन-संस्था हें उपमेय आहे. उपमेय शोधणें ह्मणजे प्रकृतार्थ शोधणें होय; व आपणांस उपमेयाशीं ह्मणजे प्रकृतार्थाशींच कर्तव्य आहे; तेव्हां भाषांतरकारापुढें आवडी निवडीचे खालील प्रश्न उभे राहतातः—

१ रूपकांश अजीबात काढून टाकावा काय ?

२ रूपक पूर्ण करून भाषांतर करावें काय ?

३ रूपकांतील उपमा परकीय आहे काय, किंवा आपल्या वाचकांस दुर्बोध होईल काय ?

४ प्रस्तुत उपमानाच्या ऐवजीं दुसरें उपमान घालून भाषांतर करणें श्रेयस्कर होईल काय ?

भाषांतर आणि मुळांतील शास्त्रवर्गीकरण.—ज्ञानाचें पात्रांतर करतांना किंवा भाषांतर करतांना विज्ञान-रचनाविषयक तत्त्वें लक्षांत घ्यावीं लागतात; आणि भाषांतर-कारापुढें खालील प्रश्न उभे राहतातः—

जें शास्त्र पृथक् म्हणून मूळ ग्रंथकारानें मानलें आहे तें शास्त्र, किंवा मूळ ग्रंथांतील वाक्यें ज्या ज्ञानरचनापरंपरेचा अंश आहेत ती परंपरा हीं आपणांस मान्य आहेत काय ? मान्य आहे किंवा नाहीं हें ठरवावयाचें तें केवळ मूळ ग्रंथांतील अथवा परंपरेंतील विचारांची परस्परसंगति पाहून ठरवितां येणार नाहीं. त्या विचारसमूहांची संगति अगर असंगति ज्ञानवाहक उर्फ भाषांतरकार आपल्या लेखांत पूर्वज्ञानरचना-परंपरेशीं संबद्ध जे जे शब्द वापरतो, अगर आपल्या वाचकांस जी विचारपरंपरा मान्य आहे असें गृहीत धरतो, किंवा निदान जी जुनी विचारपरंपराच काढून टाकण्याचा प्रयत्न करीत नाहीं, त्या विचारपरंपरेशीं परकीय शास्त्राचें पृथक्त्व संगत आहे किंवा नाहीं, हें पाहून ठरवावी. कां कीं, लेखक जी भाषा अथवा जे शब्द वापरणार, ती भाषा व ते शब्द जुन्या विचारपरंपरेशीं इतके निगडित झालेले असतात कीं, भाषांतर-कारास पूर्वपरंपरेपासून अलिप्त राहण्याचें स्वातंत्र्य ठेवीतच नाहींत. भाषांतरकाराला एक तर जुने सर्वच शब्द काढून टाकून नवीनच शब्दसृष्टि करावी लागेल, किंवा जुन्या परंपरेच्या सूत्रांनीं बद्ध व्हावें लागेल. या दोहोंमध्यें, दुसरी गोष्ट अधिक सुलभ आहे. परकीय ज्ञान आपल्या शब्दरचनेशीं जुळणार नाहीं तर घेऊं नये असा याचा अर्थ नाहीं. ज्ञानवाहकास ज्ञान हें

अवश्य होय. ज्ञानाचें वर्गीकरण व घटना यांविषयीं विकल्प म्हणजे स्वेच्छानियमनाची शक्यता आहे. तर त्यानें असुक विशिष्ट नांव असलेल्या शास्त्रांत जें ज्ञान दिलेलें आहे तें ज्ञान कसें वर्गीकरण करावें याविषयीं पूर्णपणें स्वातंत्र्यबुद्धि ठेविली पाहिजे. या स्वातंत्र्यबुद्धीचें प्रयोजन येणेंप्रमाणें:—

(अ) सध्यांच्या ज्ञानाचीं वर्गीकरणें अनेक आहेत. इंग्लंड मधील एका विशिष्ट वर्गीकरणाशींच हिंदुस्थानांतील लेखकांचा परिचय होतो. इंग्लंडांतील वर्गीकरणें फ्रान्समध्यें अगर जर्मनीमध्यें मान्य नाहींत.

(आ) ज्ञानवर्गीकरणाचीं तत्त्वें वारंवार बदलतात. उदाहरणार्थ ज्ञानाचें वर्गीकरण जें करावयाचें तें अभ्यासक्षेत्रांतील वस्तूंच्या सादृश्यविसादृश्यावरून करावयाचें, कीं अभ्यासनिष्पादितज्ञानांतर्गत सादृश्यविसादृश्यावरून ठरवावयाचें हें निश्चित झालें नाहीं. अभ्यासास प्रारंभ वस्तूंवरून होतो, आणि निष्पादित ज्ञानाचें वर्गीकरण मागून होतें; आणि तें झाल्यानंतर वस्तूंवरून झालेल्या वर्गीकरणाच्या प्रयोजनासंबंधानें संशय उत्पन्न होतो; आणि कालांतरानें दुसरें वर्गीकरण अस्तित्वांत येऊं पहातें.

(इ) पाश्चात्य शास्त्राच्या आजच्या स्थितीत ज्या शास्त्राचें आडनांव बदललेलें आहे, परंतु दत्तविधान पूर्ण झालें नाहीं अशींहि शास्त्रें आहेत. दत्तविधानाच्या अस्पष्टतेमुळें या शास्त्रांचा विषय कोणता याविषयीं तंटे सुरू आहेत. उदाहरणार्थ "स्टॅटिस्टिक्स," हें शास्त्र घ्या. या शब्दाचा अर्थ मुत्सद्द्याचें शास्त्र असा आहे. परंतु मुत्सद्द्याला सर्वांत जास्त महत्त्वाचा अभ्यास कोणता अशी चर्चा करीत करीत कांहीं महत्त्वाच्या मुत्सद्दी शास्त्रज्ञांनीं असें ठरविलें कीं, निरनिराळ्या देशांच्या राजकीय परिस्थितिनिदर्शक गोष्टीसंबंधाच्या आंकड्यांचा अभ्यास महत्त्वाचा; असें होऊन आंकड्यांच्या अभ्यासास प्राधान्य आलें. आंकड्यांचा अभ्यास करण्याची पद्धति जितक्या निरनिराळ्या अभ्यासक्षेत्रांत लावतां येईल, तितका लावण्याचा प्रयत्न सुरू झाला. अर्थात् पुढें असा वाद उपस्थित झाला कीं, ज्या गोष्टींचें मुत्सद्द्यांस विशेष प्रयोजन नाहीं परंतु ज्यांचा आंकडेपद्धतीनें अभ्यास झाला आहे तो अभ्यास "स्टॅटिस्टिक्स" शास्त्रांत मोडतो किंवा नाहीं. पुढें त्याचें परिवर्तन 'स्टॅटिस्टिक्स' हें केवळ आंकडेशास्त्र आहे कीं समाजशास्त्राचा भाग आहे या वादविवादांत झालें. म्हणजे अंकांनीं अभ्यास करण्याची पद्धति आणि मुत्सद्द्याला ज्यांचा अभ्यास अवश्य आहे अशा गोष्टी या दोन गोष्टींचा अर्थाअर्थी संबंध नसतां, त्या एका नांवाखालींच दडपल्या गेल्या आहेत; आणि एका अर्थाच्या अभिमानी गृहस्थांस दुसऱ्या विषयांस ढकलून देण्याची इच्छा झाली आहे; अशी तडफड अजून चालू आहे.

मूलग्रंथपरीक्षण आणि ग्राह्यांशाचें शोधन.—कोणत्याहि शास्त्रावर लिहिण्यासाठीं कांहींतरी आधारासाठीं म्हणून आपण एखादा ग्रंथ घेऊन बसलों म्हणजे मूळ ग्रंथाचें खालीलप्रमाणें पृथक्करण करावें:—

१ मूळ ग्रंथांत शास्त्राचा किंवा देय ज्ञानाचा इतर ज्ञानाशीं संबंध सांधणारा भाग कोणता?

२ लेखक कोणतीं मतें खोडून टाकण्याचा प्रयत्न करीत आहे, आणि आपलें मत स्थापन करण्याकरितां, कोणतीं वाक्यें लिहीत आहे.

६ लेखक जें तुम्हांस देत आहे, त्यांत पूर्णपणें सत्य काय आहे व त्याचीं अनुमानें काय आहेत. त्याचीं जीं अनुमानें असतील तीं उद्धृत करण्याची अवश्यकता आहे काय? आणि असल्यास काय अवश्यकता आहे?

४ ग्रंथामध्यें लेखकानें पूर्वगत वर्गीकरण अथवा विचारपद्धति यांशीं नवीन शोध अगर ज्ञान जोडून घेण्यासाठीं म्हणजे शास्त्रास अनवश्य काय वाक्यें लिहिलीं आहेत?

५ उपयुक्त वर्णनाचीं किंवा स्वरूपाचीं जीं वाक्यें अगर विधानें नाहींत अशीं कोणतीं विधानें आहेत; आणि त्यांच्या सत्याविषयीं आपली खात्री कितपत आहे?

सामान्यतः एक नियम देतां येईल कीं, पहिल्या तीन वर्गांत मोडणाऱ्या गोष्टी अजीबात वगळाव्यात. वर्गीकरणापासून विभिन्न असें देय सत्य हातीं आल्यानंतर, मग त्याचें वर्गीकरण करण्याचा विचार पुन्हां करावा; आणि वाटल्यास वर्गीकरणविषयक जुनी मांडणी स्वीकारावी. परंतु त्या वेळीं देखील असा विचार करावा कीं, वर्गीकरणविषयक मांडण्या किती प्रकारच्या आहेत. संस्कृत ग्रंथांतून त्या विषयीं कांहीं वर्गीकरणविषयक माहिती आहे काय? वर्गीकरणविषयक माहिती असल्यास ती केवळ शास्त्रघटनेच्या दृष्टीनें चांगली आहे कीं दुष्ट आहे? शिवाय परकीय देय सत्यें देय शास्त्ररचनेच्या तत्त्वानुसार एकच शास्त्रांत मोडतात कीं अनेक शास्त्रांत मोडतात?

संस्कृत शास्त्रीय परिभाषेशीं संगति.—पुढचा विचार म्हणजे, त्या शास्त्रांविषयीं संबद्ध अशा संस्कृत ग्रंथांतर्गत कोणत्या संज्ञा अत्यंत रूढ झाल्या आहेत हें पाहणें हा होय. अर्थात् जेव्हां जुन्या संस्कृत संज्ञांचा प्रचार देशांत झाला नसेल तेव्हां लेखकाचें ज्ञानवर्गीकरणविषयक स्वातंत्र्य अधिकच वृद्धिंगत होतें.

लिहिण्याचे प्रकार वाचकवर्गाच्या स्वरूपावर अवलंबून असतात; आणि त्यामुळें एकच भाषेंतील लिहिण्यामध्यें स्वरूपभेद दृग्गोचर होतो. विशिष्ट लेखन तज्ज्ञांसाठीं आहे अगर सामान्य जनतेसाठीं आहे हा विचार आपण करावा; आणि प्रत्येक प्रकारच्या लेखनाचीं लक्षणें ध्यानांत घ्यावीं. शास्त्रीय लेखन या दोन्ही प्रकारचें आढळतें. तज्ज्ञांसाठीं जें लेखन असतें त्याचीं मुख्य लक्षणें येणेंप्रमाणें:—

जें विधान करावयाचें आणि जी माहिती द्यावयाची ती शास्त्रीय तऱ्हेनें द्यावयाची. उदाहरणार्थ, हळद व चुना यांचें मिश्रण केलें असतां लाल रंग उत्पन्न होतो ही व्यावहारिक

माहिती होय. परंतु हळदींतील पीतरंग द्रव्य चुन्यांतील अल्कलीच्या संयोगानें या दोहोंच्या मिश्रणांस तांबडेपणा आणतें हें शास्त्रीय विधान होय. हें शास्त्रीय कारण दिल्यामुळें आपणांस असा बोध होतो कीं, ज्या ज्या पदार्थांत अल्कली असतो ते सर्व हळदीशीं संयुक्त झाले म्हणजे हळदीस लाल करतात. तर अल्कली हा शब्द शास्त्रांत आल्यामुळें हळदीस कोणते पदार्थ तांबडी करतात त्या सर्वांची यादी देणें जरूर नाहीं. अल्कलीखालीं त्यांची माहिती दिली म्हणजे झालें. चुन्यांत पाण्याचा अंश मुळींच न ठेवतां त्यांत तेल घालून आपण आर्द्रता आणली आणि हळकुंड उगाळलें तर त्यानें तांबडा रंग होणार नाहीं हेंहि सांगावयास नकोच. शास्त्रीय लेखनामध्यें तीन गोष्टी विशेष होत.

(अ) जें कांहीं लिहावयाचें तें सोपपत्तिक म्हणजे जितक्या दूरवर कार्यकारणभाव पोहोंचेल तितक्या दूरवर तो नेऊन व्यक्त करावयाचें.

(आ) जें ज्ञान आपणांस सांगावयाचें आहे तें शक्य तितक्या थोडक्या विधानांत सांगावयाचें; आणि या लेखनध्येयामुळें त्यांत संज्ञाप्राचुर्य यावयाचें; अर्थात् संज्ञांची प्रयोजनें दोन होत; एक प्रयोजन झटलें म्हणजे विधानांची काटकसर, व दुसरें प्रयोजन झटलें म्हणजे, सामान्य व्यवहारांत अगर नैसर्गिक स्वरूपांत अदृश्य, परंतु, ज्यांचें अस्तित्व अनेक कार्यकारणांवरून व्यक्त होतें, अशा वस्तूंचें आणि संबधांचें विधान करणें व हें शास्त्रास अवश्य असतें. अर्थात् ज्या वस्तू नैसर्गिक स्थितींत नसतात, किंवा जे संबंध सहज दृश्य नसतात त्यांची गोचरता शास्त्रास भाग आहे.

सामान्य जनतेसाठीं जे लेख तयार करावयाचे ते सर्व शास्त्रीय नसतातच असें नाहीं. पुष्कळदां शास्त्रीय विषय सामान्य तऱ्हेनें द्यावयाचा असतो. त्या वेळेस मनुष्याचा हेतु विषयाचें विशेष स्पष्टीकरण करावयाचें हा असतो; आणि शास्त्राची सर्व माहिती द्यावयाची हा नसतो. त्यामुळें जितकी काटकसर सवंध शास्त्र देतांना करावी लागेल तितकी एका अंगाच्या स्पष्टीकरणाच्या प्रसंगीं करण्याचें प्रयोजन नाहीं. त्यामुळें त्यांत संज्ञांचें अल्पत्व आढळून येतें.

संज्ञा व त्यांचें प्रयोजनः—लेखनाचे दोन प्रकार आहेत; शास्त्रीय व सामान्य. कोणत्याहि विषयाचें विवेचन या दोन प्रकारांनीं करणें शक्य आहे. विषय सामान्य जनांनां समजावून द्यावयाचा असल्यास, तो आटपशीर नसला तरी सुबोध असावा लागतो. परंतु शास्त्रीय लेखन हें विशिष्ट लोकांकरितांच असल्यानें तें सर्व लोकांनां समजण्याइतकें सुबोध नसलें तरी आटपशीर व व्यवस्थित असावें लागतें. या कारणामुळें लिहिण्यांत फरक करावा लागतो. उदाहरणार्थ समुद्राच्या पाण्यापासून पिण्यालायक पाणी कसें करतां येईल यासंबंधीं लिहावयाचें असल्यास, सामान्य लोकांकरितां येणेंप्रमाणें लिहावें लागेलः—

"समुद्राच्या पाण्यांत मिठाचा भाग असल्यामुळें तें खारें असतें. तें पाणी आधण येईपर्यंत तापवून, त्यापासून निघणारी वाफ दुसऱ्या थंड भांड्यांत नेऊन पुन्हां तिचें पाणी करावें म्हणजे दुसऱ्या भांड्यांत पिण्यालायक पाणी जमेल. कारण खाऱ्या पाण्यांतील मिठाची वाफ न झाल्यामुळें तें वाफेबरोबर न जातां, पहिल्या भांड्यांतच रहातें; व याप्रमाणें मीठ आणि पाणी हीं निराळीं होतात."

हीच गोष्ट शास्त्रीय रीतीनें लिहितांना, "खाऱ्या पाण्याचें ऊर्ध्वपातन करावें म्हणजे शुद्ध पाणी मिळेल" एवढें लिहिल्यानें वर लिहिलेला सर्व बोध होतो.

परंतु यांत "ऊर्ध्वपातन" व "शुद्ध" असे दोन नवीन शब्द वापरावे लागले; व या शब्दांचे अर्थ ज्यांनां अवगत नाहींत त्यांनां हें लेखन अर्थशून्य भासणार. परंतु शास्त्रज्ञांनां या दोन्ही शब्दांचे अर्थ परिचित असतात; त्यामुळें पहिल्यानें दिलेल्या पांच सहा ओळी न वाचाव्या लागतां एका ओळींतच त्यांचें काम भागतें. पांच सहा ओळींचें काम एकाच ओळींत होण्याला जे शब्द कारणीभूत झाले त्यांचा अर्थ तरी काय हें आपणांस पाहिलें पाहिजे. (परंतु तत्पूर्वी अशा शब्दांसच "संज्ञा" म्हणतात असें सांगण्यास हरकत नाहीं.)

"ऊर्ध्वपातन" या शब्दानें "द्रव पदार्थास उष्णतेनें वायुरूप देणें व पुन्हां थंड करून द्रवरूपांत आणणें ह्या क्रियांचा बोध होतो. त्यामुळें "ऊर्ध्वपातन" करावें असें लिहिलें, म्हणजे पाण्याला उष्णता लावून त्याची वाफ होऊं द्यावी व ती वाफ निराळ्या भांड्यांत धरून थंड करावी असें लिहिण्याची जरूर रहात नाहीं. त्याचप्रमाणें "शुद्ध" याचा अर्थ "इतर पदार्थ नसलेलें" असा असल्यामुळें, त्यांत मीठ नाहीं व तें पिण्यालायक आहे हें सहजच समजतें.

शास्त्रीय ग्रंथ लिहितांना "ऊर्ध्वपातन" व "शुद्ध" यांसारखे शब्द वारंवार योजावे लागतात. वर दिलेल्या उदाहरणावरून असे शब्द उपयोगांत आणण्याचें प्रयोजन सहज दिसणार आहे. अशा शब्दांनांच "संज्ञा" असें नांव देतात.

संज्ञा कशा असाव्याः—येणेंप्रमाणें संज्ञा म्हणजे काय, व त्यांचें प्रयोजन कोणतें या गोष्टी कळल्यानंतर संज्ञा कशा असाव्या हा प्रश्न येतो. या प्रश्नाचें उत्तरहि वर दिलेल्या उदाहरणावरूनच कळून येईल. संज्ञा आटपशीर असून, पुष्कळ अर्थ थोडक्यांत व्यक्त करण्याचें सामर्थ्य त्यांच्या अंगीं असावें. विवक्षित गुणधर्म (उ. पाण्याच्या १९ पट जड असणाऱ्या पिंवळ्या, चकचकीत, घनवर्धनीय, तन्य, कोणत्याहि अम्ल पदार्थाचा ज्यावर सहसा परिणाम होत नाहीं इ. इ. एवंगुणविशिष्ट पदार्थाला आपण सोनें नांव देतों.) अथवा विवक्षित क्रिया दाखविण्याकरितां त्या गुणांशीं अथवा त्या क्रियांशीं मुळींच संबंध नसणारा शब्द संकेतानें [illegible] असे [illegible] म्हणतात. सोनें, रुपें वगैरे

धातूंचीं, त्याचप्रमाणें इतर पदार्थांचीं नांवें, व बहुतेक क्रियापदें, याच प्रकारच्या संज्ञांचीं उदाहरणें आहेत. ज्या संज्ञा पदार्थांचे गुणधर्म, अथवा क्रिया, पूर्णपणें नाहीं, तरी बऱ्याच अंशानें व्यक्त करतात अशा संज्ञा दुसऱ्या प्रतीच्या मानतात. कमी जास्त मानानें आंबट, धातू व इतर पदार्थ खाणारे, व त्यामुळें क्षार बनण्यास मदत करणारे, अल्कलींनां उदासीन करणारे, असे पदार्थ त्यांच्या अंगच्या आंबटपणामुळें अम्ल (म्हणजे आंबट) या संज्ञेनें दर्शविले जातात; व त्यामुळें अम्ल हा शब्द उच्चारला असतां वरील बहुतेक गुण डोळ्यांपुढें येतात. " मंदवाहक " " विद्युज्जागृत " वगैरे संज्ञा याच प्रकारच्या, म्हणजे शब्दाच्या अर्थावरून गुणधर्मांचा, क्रियेचा अथवा स्थितीचा बोध करणाऱ्या आहेत. केव्हां केव्हां गुणधर्म, क्रिया, अथवा स्थिति यांचा विचार करून संज्ञा ठरविण्याचा प्रयत्न केलेला असतो, व मागून ते गुणधर्म वगैरे चुकीचे आहेत असें कळून आलें तरी पूर्वींचीच संज्ञा कायम ठेवण्यांत येते. अशा संज्ञा तिसऱ्या प्रतीच्या होत. इंग्रजींतील " ऑक्सीजन " ही संज्ञा अशा प्रकारची आहे. " ऑक्सीजन " या शब्दाचा अर्थ अम्लें तयार करणारा. ज्या इंग्रज गृहस्थानें हा वायु शोधून काढला, त्यानें या वायूंत गंधक, स्फुर, वगैरे कांहीं पदार्थ जाळून पाहिले. तेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं, ज्या बाटलींत वायु धरून हे पदार्थ जाळले असतील, त्या बाटलींत थोडें पाणी टाकून त्यांत निळा लिटमस कागद टाकल्यास तो तांबडा होतो; व निळा लिटमस तांबडा करण्याचा गुणधर्म फक्त अम्लांच्या अंगीं आहे, त्यावरून बाटलींत अम्ल पदार्थ तयार झाले असले पाहिजेत; म्हणून त्यानें चुकीनें त्या वायूला अम्लजन अथवा " ऑक्सीजन " असें नांव दिलें. परंतु पुढें असें कळून आलें कीं, या वायूंत पदार्थ जाळले असतां अम्लेंच तयार होतात असें नाहीं, तर त्यांचे प्रतिस्पर्धी म्हणजे अल्कलीहि मिळतात. यामुळें " ऑक्सीजन " हें नांव हल्लीं अन्वर्थक नाहीं; परंतु तें अद्याप बदलण्यांत आलेलें नाहीं व बदलेल असें दिसत नाहीं. कारण मनुष्याची पुराणप्रियता जबर आहे. याच प्रकारच्या संज्ञेचें मराठी उदाहरण पाहिजे असल्यास " उष्णतामापक " ही संज्ञा घेतां येईल. उष्णतामापक याचा अर्थ उष्णता मोजणारें (यंत्र) असा आहे. परंतु वास्तविक ज्याला उष्णतामापक म्हणतात त्या यंत्रानें उष्णता म्हणजे उष्णतेचें परिमाण मोजीत नाहीं, तर उष्णतेची तीव्रता मोजतात. आधणाचें पेलाभर पाणी व हौदभर कोमट पाणी यांपैकीं उष्णता जास्त कशांत आहे हें पाहूं गेल्यास हौदांतील पाण्यांतच उष्णता अधिक आहे हें कळून येईल. परंतु उष्णतेची तीव्रता मात्र पेल्यांतील पाण्यांत जास्त आहे. म्हणजे, पेल्यांतील पाण्यानें हात भाजेल परंतु हौदांतील पाण्यानें भाजणार नाहीं.

वरील तीन प्रकारच्या संज्ञांखेरीज, परक्या भाषेंतून अपभ्रंश रूपानें कांहीं संज्ञा घेतल्या जातात. ह्या संज्ञांनां आपल्या दृष्टीनें वास्तविक पहिल्याच प्रकारच्या संज्ञा म्हणण्यास हरकत नाहीं. त्या संज्ञांनां मराठींत मूळचा कांहींच अर्थ नसतो त्या अर्थी त्या स्वतः कोणतेहि गुणधर्म व्यक्त करण्यास समर्थ होत नाहींत; व आपण त्यांनां आपणांस वाटतील ते गुणधर्म देऊं शकतों. उदाहरणार्थ, मराठी " राकेल " हा शब्द इंग्रजी "रॉक ऑइल" या शब्दावरून आला आहे; परंतु त्या शब्दानें इंग्रजींत जो अर्थ व्यक्त होतो, तो " राकेल " या शब्दानें होऊं शकत नाहीं. त्यामुळें जमिनींतून खणून काढलेलें तेल ह्या अर्थी राकेल शब्द वापरणें, हें पहिल्या प्रकारांतच मोडतें. त्या तेलाला सार्थ नांव द्यावयाचें असलें तर तें " मातीचें तेल " असेंच होईल. मातीचें तेल हा शब्द रूढ असून थोडा बहुत सार्थ असल्यामुळें घ्यावयास हरकत नाहीं. वस्तुतः तो सुद्धां बरोबर आहे असें नाहीं. कारण, मातीचें म्हणजे मातीपासून केलेलें (उ. तिळाचें तेल) असा अर्थ होतो. "पॅरॅफिन" याला मराठींत "पाराफिन" म्हणतात. ही संज्ञाहि याच प्रकारची आहे. मूळ इंग्रजी शब्दाचा अर्थ " (रसायन) प्रीति फार कमी असलेला " असा आहे. त्याबद्दल मराठी शब्द सार्थ पाहिजे असल्यास "अल्पस्नेहक" असा करावा लागेल.

लाक्षणिक अर्थावरून अथवा काल्पनिक सादृश्यावरून दिलेल्या (उ. वोल्ट = सूत्रधार म्हणजे सुतें असलेला, व त्याच्या साहचर्यानें असलेली नट् = नटी) परक्या भाषेंतून घेतलेल्या व आणखीहि कांहीं प्रकारच्या संज्ञांविषयीं लिहितां येण्यासारखें आहे. परंतु तूर्त त्यांविषयीं लिहिण्यास अवकाश नाहीं, व प्रस्तुत विषय समजण्यास त्याची जरूरहि नाहीं.

संज्ञा म्हणजे काय, त्यांचें प्रयोजन व प्रकार सांगितल्यानंतर नवीन संज्ञा बनवितांना कोणत्या गोष्टी लक्षांत ठेवल्या पाहिजेत त्यांचें थोडक्यांत दिग्दर्शन करतों.

संज्ञा बनवितांना लक्षांत ठेवावयाच्या गोष्टी.—परकी भाषेंतील शब्दांकरितां मराठी संज्ञा बनवितांना आपणांस कोणत्या प्रकारची संज्ञा करावयाची आहे हें ठरविलें पाहिजे. परका शब्द आपण मुळींच राहूं देणार नाहीं, कीं तो अपभ्रष्ट करून घेणार, किंवा त्या शब्दाचें भाषांतर देणार, अथवा त्या शब्दानें जी कल्पना व्यक्त होते ती कल्पना मराठी शब्दांनीं व्यक्त करणार ? यांपैकीं जो मार्ग आपण स्वीकारूं त्याप्रमाणें संज्ञा बनविण्याची पद्धत अथवा नियम बदलतील हें उघड आहे. परका शब्द आपल्या भाषेंत मुळींच राहूं देऊं नये असें कांहींचें मत आहे. परंतु असें करणें इष्ट असलें तरी शक्य आहे काय हें पाहिलें पाहिजे. याचें उत्तर बहुधा नकारात्मकच येईल असें वाटतें. गव्हर्नर, टेबल, मास्तर, पोस्ट, कार्ड, मनिऑर्डर, अपील, कोर्ट, व्ही. पी. पोलीस, स्टेशन, रेलवे, डॉक्टर वगैरे इंग्रजी शब्द मराठींत इतके रूढ होऊन गेलेले आहेत कीं, त्यांपैकीं कांहीं परके आहेत असें सुद्धां वाटेनासें झालें आहे. त्यांच्याऐवजीं

मराठी शब्द करूं लागलों, तर मात्र थोडा बहुत घोटाळा होण्याचा संभव आहे. अर्थात् असे शब्द मराठींत तसेच राहूं द्यावेत हें चांगलें. याशिवाय, आणखींहि कांहीं इंग्रजी शब्द मराठींत सहज येण्यासारखे असतील तर ते घेण्यास हरकत नसावी. त्यामुळें मराठी शब्दसंग्रह वाढण्यास मदतच होईल. परंतु याप्रमाणें कांहीं शब्द निरुपायास्तव घ्यावेत असें म्हटल्यानें सर्वच इंग्रजी शब्द घेणें मात्र योग्य होणार नाहीं. यायोगानें मराठीचें वैशिष्ट्य नाहींसें होऊन ती केवळ महाराष्ट्रीकृत इंग्रजी बनेल. म्हणून होतां होई तों परका शब्द न घेण्याची खबरदारी घ्यावी, परंतु निरुपायास्तव व मराठींत सहज खपण्यासारखा असल्यास परका शब्द घेण्यास कचरूं नये.

परकीय शब्द जसाचा तसा घ्यावयाचा नसेल, तेव्हां कांहीं प्रसंगीं तो अपभ्रष्ट करून, ह्मणजे त्याला मराठी अथवा संस्कृत रूप देऊन तो तसाच घेण्याची चाल आहे. उ. असवस्ट, ह्मटिन, कंत्राटदार इ. अपभ्रंश करतांना कोणकोणते नियम पाळावे हें ठरविणें कठिण आहे. परंतु सामान्यतः असें ह्मणतां येईल कीं, तो शब्द जेणें करून परकी वाटणार नाहीं, असें रूप त्याला देणें चांगलें.

परकी शब्दाचें केवळ भाषांतर करणें हा कनिष्ठ मार्ग आहे. उ. ऑक्सीजन याचें अम्लजन असें रूप करणें चांगलें नाहीं. यायोगानें मुळांतील चूक आपल्या भाषेंतहि कायम राहते.

परकी शब्द जी कल्पना व्यक्त करतो ती कल्पना मराठी शब्दांनीं व्यक्त करणें सर्वांत उत्तम. याकरितां, मूळ शब्दाची अर्थकक्षा इंग्रजी कोशांतून शोधून काढावी; व अतिव्याप्ति व अव्याप्ति हे दोष टाळून नवीन शब्द बनवावा. उ. "हिस्टीरिया" या शब्दाला "गर्भाशयोन्माद" असा प्रतिशब्द देणें बरोबर होणार नाहीं. कारण कीं, हिस्टीरिया हा रोग केवळ स्त्रियांनाच होतो असें नाहीं, हिस्टीरियाचा अर्थ "मज्जादोषमूलक भावनासंयमनाभाव" असा आहे, हें कोश पाहिल्यास समजून येईल; व आपल्याला अन्वर्थकच शब्द करावयाचा असल्यास त्यानें, वरील अर्थ व्यक्त झाला पाहिजे. हिस्टीरिया याबद्दल "मज्जादोषमूलक भावनासंयमनाभाव" अशी संज्ञा मात्र वापरतां येणार नाहीं. निदान ती वापरणें सोयीचें तरी नाहीं. कारण संज्ञेचा मुख्य धर्म सुटसुटीतपणा, तो तींत मुळींच नाहीं. "ट्राइब" बद्दल "राष्ट्रजाति" "रेस" बद्दल "महावंश" अथवा "ख्रिश्चानिटी" बद्दल "ख्रिस्ती संप्रदाय" या संज्ञा याच प्रकारच्या आहेत. "रिलिजन" बद्दल हल्लीं प्रचारांत असलेली "धर्म" ही संज्ञा केवळ भाषांतररूप ह्मणजे मूळ रिलिजन या शब्दाचा अर्थ न समजतां दिलेली आहे. रिलिजन या शब्दानें व्यक्त केल्या जाणाऱ्या कल्पनेचें विशेष सादृश्य कोणाशीं असल्यास तें "संप्रदाय" या शब्दांतील कल्पनेशीं होय. यासाठीं मूळ शब्दाची कल्पना बरोबर व्यक्त करणाऱ्या संज्ञेचाच उपयोग करणें इष्ट आहे.

केव्हां केव्हां मूळ शब्दानें निरनिराळ्या प्रसंगीं अथवा निरनिराळ्या विषयांत निरनिराळा अर्थबोध होतो. अशा शब्दाबद्दल मराठी संज्ञा बनवितांना मराठी संज्ञेनेंहि तसेंच बव्हर्थी असलें पाहिजे असा हट्ट धरण्याचें कारण नाहीं. त्याच शब्दाकरितां निरनिराळ्या अनेक संज्ञा कराव्या लागल्या तरी चालेल.

संज्ञाकोशाची आवश्यकता.— वरील विवेचनावरून संज्ञा ह्मणजे काय, संज्ञांची आवश्यकता काय व नव्या संज्ञा किती प्रकारांनीं करतां येतील हें कळून येईल. हें कळल्यानंतर संज्ञाकोशाची आवश्यकता काय व साधनें कोणतीं यासंबंधानें फारसें लिहिण्याची जरूरच रहात नाहीं. असे पुष्कळ विषय आहेत कीं, जे मराठींत लिहूं लागल्यास संज्ञांच्या अभावीं आपणांस पदोपदीं अडचण भासते. ज्ञानकोशाचे लेखक व संपादक यांजकडून मुख्य संपादकांकडे त्या अर्थाचीं आजपर्यंत कितीतरी पत्रें आलीं आहेत. त्या सर्वांची अडचण दूर करण्याकरितां मराठींत संज्ञाकोशाची अत्यंत जरूर भासूं लागली आहे. रानडे यांनीं आपल्या इंग्रजी–मराठी कोशांत पुष्कळ शास्त्रीय विषयांतील शब्दांनां संज्ञा बनविल्या आहेत. परंतु अद्यापहि पुष्कळ संज्ञा बनविण्याची गरज आहे. शिवाय, वर दिल्याप्रमाणें त्यांनीं वापरलेल्या कांहीं संज्ञा निःसंशय चुकीच्या आहेत. त्यांचा प्रथम प्रयत्न असल्यामुळें, कितीहि परिश्रम घेतले तरी त्यांत चुका रहाणें साहजिक आहे. याबद्दल त्यांस तो दोष देतां येत नाहीं. वाटपाड्ये लोक नवीन रस्ता बनवितात, तेव्हां तो एकदमच सपाट व गुळगुळीत व्हावा अशी कोणीहि अपेक्षा करीत नाहीं. साधारण जाण्यासारखा रस्ता असला ह्मणजे झालें. कोणत्याहि विषयावर प्रथम लिहिणारांची स्थिति तद्वतच असते. परंतु त्यांच्या हातून चुका रहाणें साहजिक असलें तरी, त्या चुका अनुभवानंतर तशाच कायम राहूं द्याव्यात असें कोणीहि म्हणणार नाहीं. तर त्यांच्या संज्ञांचें नीट परीक्षण करून त्या दुरुस्त करणें, व ज्या शेंकडों शब्दांनां संज्ञा मुळींच नाहींत, त्या तयार करणें या दोन क्रिया अवश्य झाल्या पाहिजेत. याशिवाय सर्व ज्ञानकोश हा एकच ग्रंथ असल्यामुळें त्यांत संज्ञासाम्य पाहिजे. ह्मणजे एका ठिकाणीं एक संज्ञा व त्याच अर्थीं दुसऱ्या ठिकाणीं निराळी संज्ञा असें असून चालणार नाहीं. त्यायोगानें वाचकांचा घोटाळा होण्याचा संभव आहे.

त्याचीं साधनें.—यप्रमाणें संज्ञाकोशाची आवश्यकता कळून आल्यावर संज्ञाकोशाचीं साधनें कोणतीं हें पाहिलें पाहिजे. यापूर्वीच कित्येक लेखकांनीं व संस्थांनीं या बाबतींत प्रयत्न केले आहेत, व त्यांनीं मिळविलेल्या फळांवर सर्वांचीच सत्ता असल्यामुळें संज्ञाकोश करतांना योग्य तो त्यांचा उपयोग करून घेतला पाहिजे. पूर्वगामी प्रयत्नांपैकीं रानडे व हिंदी साहि-

त्यसभा यांनीं केलेल्या प्रयत्नांचा प्रामुख्यानें उल्लेख केला पाहिजे. रानडे यांच्या कोशाचा निर्देश अगोदर केलाच आहे. हिंदी साहित्यसभेनें कांहीं वर्षांमागें एक शास्त्रीय संज्ञाकोश प्रसिद्ध केला आहे. तो बराच उपयुक्त असला तरी पुरेसा नाहीं. त्यांतील संज्ञांची संख्या अगदींच नियमित आहे. नवीन संज्ञाकोश निदान त्याच्या चौपट तरी होईल. असो. याशिवाय निरनिराळ्या लेखकांनीं जीं पुस्तकें लिहिलीं आहेत (उ० कै. प्रो. वा. प्र. मोडककृत रसायन व पदार्थ-विज्ञान शास्त्रावरील पुस्तकें), किंवा मासिकांत लेख लिहिले आहेत, त्यांतहि त्यांनीं कारणपरत्वें पुष्कळ नवीन संज्ञा उपयोगांत आणल्या आहेत. त्याहि पाहणें जरूर आहे. याप्रमाणें गणित, वैद्यक, रसायन, पदार्थविज्ञान, भूस्तर, प्राणिशास्त्र, शेतकी, ज्योतिष वगैरे सर्व शास्त्रीय विषयांवरील हल्लींचें मराठी वाङ्मय शोधल्यास पुष्कळ संज्ञा मिळूं शकतील. त्या सर्व संज्ञा जमविल्यानंतर एकाच अर्थी निरनिराळ्या लेखकांनीं भिन्न भिन्न संज्ञा वापरल्या असल्यास, त्यांपैकीं चांगली संज्ञा निवडून काढतां येईल. अशा निवडलेल्या संज्ञांचीहि पुन्हां छाननी करावी लागेल. कारण पुष्कळ संज्ञा चुकीच्या वापरल्या गेल्या आहेत असें आढळून आलें असून, एक वेळ केलेली चूक विशेष कारणाशिवाय तशीच राहूं देणें इष्ट नसल्यामुळें ती दुरुस्त करणें प्राप्त आहे. नवीन संज्ञा बनवितांना जुन्या व लोकांस परिचित अशाच संज्ञा कायम करण्याचें धोरण शक्य तर ठेवावें; त्यायोगानें नवीन संज्ञा वापरल्यामुळें होणारा घोटाळा टळतो. परंतु घोटाळा होण्याचा संभव पत्करूनहि कांहीं प्रसंगीं चुका दुरुस्त कराव्या लागतात. कायद्यांतील दृष्टांत घेतल्यास, बरेच दिवस अमलांत असलेला निवाडा थोडाबहुत चुकीचा असला तरी जज्जाला त्याला मान्यता द्यावी लागते; व त्याच्या विरुद्ध निकाल देतां येत नाहीं. कारण, तसें करण्यापासून लोकांचा घोटाळा होण्याचा संभव असतो. परंतु तोच निवाडा नवा असेपर्यंत त्याविरुद्ध निकाल देऊन तो सहज कुचकामाचा करतां येतो. जुना निवाडा अगदींच बेकायदेशीर असला, तर मात्र तो केवळ जुना आहे या सबबीवर त्याला मान्यता दिली जात नाहीं. त्याशीं विसंगत निकाल देतां येतो. त्याचप्रमाणें नवे व फार परिचयांतले नसलेले शब्द थोडेहि चुकीचे असले तरी ते काढून टाकून त्यांऐवजीं नवीन शब्द निर्माण करावे लागतील.

येणेंप्रमाणें संज्ञाकोशाचीं साधनें कोणतीं याविषयीं वर विवेचन केलें. त्याचाच थोडक्यांत सारांश देऊन हा विषय संपवितों.

शास्त्रीय लेखनांत विषय आटपशीरपणें लिहितां यावा म्हणून विशिष्ट क्रिया, गुणधर्म, अथवा स्थिति इत्यादींचा दर्शक लहानसा आटोपशीर शब्द वापरतात. या शब्दाला "संज्ञा" असें म्हणतात. कोणत्याहि भाषेंतील संज्ञा घेतल्यास त्यांचे तीन वर्ग पाडतां येतात. क्रिया, गुणधर्म इत्यादींशीं मुळींच संबंध नसणाऱ्या, म्हणजे ज्यांनां मूळ अर्थ कांहींच नाहीं अशा संज्ञा; व या दोहोंशिवाय इतर संज्ञा. पहिल्या संज्ञा सर्वांत चांगल्या असें कांहीं म्हणतात, तर इतरांच्या मतें दुसऱ्या उत्तम ठरतात. परंतु तिसऱ्या प्रकारच्या संज्ञा कनिष्ठ दर्जाच्या होत. संज्ञांचे हे तीन वर्ग, संज्ञांच्या मूळ अर्थाचें त्यांनां नवीन दिलेल्या अर्थाशीं असलेलें नातें पाहून ठरविले आहेत. परंतु परक्या भाषेंतील संज्ञांशीं सदृश अशा मराठी संज्ञा बनवितांना संज्ञांचें वर्गीकरण निराळ्या धोरणावर करावें लागतें. त्या धोरणानुसार, जशाच्या तशाच ठेवलेल्या संज्ञा, अपभ्रष्ट संज्ञा, भाषांतररूप संज्ञा, व अन्वर्थक संज्ञा असे संज्ञांचे वर्ग पाडतां येतील. पैकीं भाषान्तररूप संज्ञा करणें विशेष श्रेयस्कर नाहीं. अन्वर्थक संज्ञा बनविणें चांगलें, मात्र त्या बनवितांना मूळ संज्ञेची अर्थकक्षा नीट पाहून अव्याप्ति अतिव्याप्ति दोष टाळावे.

मराठी भाषेंत सध्यां संज्ञांचा बराच अभाव आहे. पुष्कळ विषयांचें लेखन संज्ञांच्या अभावीं जड जात आहे. तें सुलभ करण्याकरितां संज्ञाकोश तयार केला पाहिजे. आजपर्यंत रानडे, व हिंदी साहित्यसभा यांनीं संज्ञा तयार करण्याचे प्रयत्न केले आहेत. परंतु त्यांचा प्रयत्न अपुरा आहे, व कित्येक ठिकाणीं त्यांत दोषहि राहिले आहेत.

याशिवाय रा० कृ० शं० दीक्षित यांची ज्योतिःशास्त्र—परिभाषेवर व रा० ल० ग० साठे यांची रासायनिक परिभाषेवर अशा दोन पारिभाषिक शब्दांच्या याद्या विविधज्ञानविस्ताराच्या ग्रंथ ४४ व ४५ यांत प्रसिद्ध झाल्या आहेत. रा० दा० ना० आपटे यांनीं विद्युत् शब्दकोश म्हणून एक स्वतंत्रच लहानसें पुस्तक प्रसिद्ध केलें आहे. त्याचप्रमाणें नुकताच एक गुजराथींत छोटासा ग्रंथ तयार झाला असून, रा० भरतराम भानु सुखराम मेहेता यांनीं शास्त्रीय संज्ञांवर वहाव्या महाराष्ट्र साहित्य संमेलनाच्या वेळीं एक निबंध वाचून दाखविला. शेवटच्या दोहोंवर पुण्याचे धुंडिराज दीक्षित यांनीं विविधज्ञान विस्तारांत (१९२२ फेब्रुवारी) एक अभिप्रायात्मक लेख प्रसिद्ध केला आहे. या सर्व गोष्टी परकीय शास्त्रें देशीभाषांत आणण्यासाठीं संज्ञांचीं अडचण लोकांस कशी भासते हें व यावर थोडासा विचार आपल्या देशांतील सुशिक्षित लोक करूं लागले आहेत हें दाखवितात.

असो, वर दिलेल्या भाषांतरतत्त्वांवरून भाषांतराबरोबर ज्ञानशुद्धि ही क्रिया कांहीं अंशीं कशी काय होते हें लक्षांत येईल. महाराष्ट्रीय ज्ञानकोशरचनेंत प्रस्तुत तत्त्वें शक्य तितकीं अवलंबावयाचीं आहेत. ह्या तत्त्वांचें अवलंबन सोपें नसल्यामुळें अवलंबनाचा निश्चय करूनहि जेथें तत्त्वें अवलंबिलीं गेलीं नाहींत असे प्रसंग पुष्कळ येणार; तथापि स्वतःच्या तत्त्वांचा अवलंब न केल्यामुळें येणाऱ्या असंगतीच्या दोषाला न भितां तत्त्वें अगोदर मांडलीं आहेत याचें कारण हेंच कीं आमच्या कृतीपेक्षां तत्त्वांस आम्हीं अधिक महत्त्व देतों.

विज्ञानेतिहासाचे कालविभाग.—या इतिहासाचे कालविभाग दुसरा एखादा विकास घेऊन, त्याच्या विशिष्ट विकासस्थितीच्या दर्शक रेषा ओढून आणि त्या रेषांमुळें जे काल दृष्ट होतील त्यांत वैज्ञानिक इतिहास बसवून पाडले पाहिजेत. या पद्धतीनें वैज्ञानिक इतिहासाला उपयोगी जे कालभाग आम्हांस दिसतात ते व त्या विभागांत झालेली ज्ञानविषयक प्रगति हीं येणेंप्रमाणें:—

(१) मनुष्यकल्पत्व सुटून मनुष्यत्व प्राप्तीचा काळ. त्या कालाचा विज्ञानेतिहास केवळ अनुमानपद्धतीनेंच काढला पाहिजे.

(२) अश्मायुध स्थितींत किंवा तीपूर्वी मनुष्यप्राणी चोहोंकडे भ्रमण करता झाला, त्या भ्रमणाचा म्हणजे जगत्संचाराचा काल. त्या कालापासून म्हणजे अश्मायुध स्थितीपासून लोहायुध स्थितीपर्यंत एक काल पाडतां येईल. या कालाचा वैज्ञानिक इतिहास लिहावयाचा झाल्यास तो मनुष्य आपल्या उपयोगास ज्या गोष्टी आणीत होता त्यांचें अस्तित्व हें कोणत्या प्रकारच्या ज्ञानाच्या अस्तित्वास पुरावा म्हणून धरतां येईल, या प्रकारचा विचार करून लिहावयाचा.

(३) विशिष्ट प्रगमनशील राष्ट्रें ज्या कालांत प्रगतिमार्गास लागलीं आणि इतिहासास सुरुवात झाली, त्या म्हणजे असुरराष्ट्रसंस्थापनेच्या कालापासून सुरुवात केली असतां वैज्ञानिक इतिहासाविषयीं कांहीं निश्चित गोष्टी सांगण्यास प्रारंभ होईल.

(४) विशिष्ट संस्कृतींचा विकास आणि लय आणि ह्याबरोबर ज्ञानविकास, म्हणजे मिसरी, बाबिलोनी, भारतीय, पर्शु, चिनी, हिब्रू ग्रीक, रोमन, ख्रिस्ती, अरबी, अर्वाचीन यूरोपीय व जागतिक ज्ञानाचा विकास हा द्यावयाचा म्हणजे प्रत्येक संस्कृतींतील ज्ञानविकासाचा वृत्तांत द्यावयाचा; आणि त्या सर्वांचें अर्वाचीन ज्ञानसंचयांत पर्यवसान द्यावयाचें, हा इतिहास प्रस्तुत विभागाचा मुख्य भाग होय.

तिसऱ्या विभागांत असुरपूर्वसंस्कृतीचा वैज्ञानिक आणि एकंदर सांस्कृतिक इतिहास कसा याची रूपरेखा दिलीच आहे. मनुष्यप्राणी चोहोंकडे अश्मायुध स्थितींत सांपडतो त्या अर्थी या स्थितींत किंवा याहूनहि प्राचीन व प्राथमिक स्वरूपाच्या सांस्कृतिक स्थितींत मनुष्य असतां मनुष्य प्राण्याचा प्रसार चोहोंकडे झाला असावा आणि नंतर त्यानें प्रत्येक ठिकाणीं आपली प्रगति करून घेतली असें दिसतें. प्रत्येक ठिकाणच्या मानवानें जी प्रगति करून घेतली तिचा स्थूल इतिहास तिसऱ्या आणि चवथ्या भागांत दिलाच आहे. ज्या अत्यंत प्राचीन महत्त्वाच्या कालाचा एक इतिहास आपणांस उपलब्ध नाहीं तो कालविभाग म्हटला म्हणजे विस्तरणकालापासून असुरराष्ट्रस्थापनेपर्यंतचा काल होय. या दीर्घकालांत सांस्कृतिक प्रगति या राष्ट्रांत इतकी झाली कीं, आज हिंदुस्थानाच्या अनेक भागांची संस्कृति तितकी नसेल.

इ. स. १५०० पूर्वीच यूरोपांतील बराचसा भाग अश्मायुध स्थितींतून बाहेर पडून धातूंचा उपयोग करूं लागला होता. आशियांतील राष्ट्रें अनेक मोठमोठ्या इमारती बांधणें कायदे करणें, महाकाव्यें तयार करणें, ज्योतिष, वैद्यक इत्यादि शास्त्रांवर ग्रंथ करणें इत्यादि क्रिया करण्यास आणि अत्यंत व्यापक विचार व्यक्त करण्यास समर्थ झालीं होतीं; आणि त्यांची परमार्थसाधनांच्या बाबतींतील प्रगति भुताखेतांची पूजा करण्यापासून एकतर अगडबंब विधींचे यज्ञ, किंवा ईश्वरविषयक निर्भय विचार करण्याइतकी विविध होती, हें वैदिक वाङ्मयावरून आणि दुसऱ्या अनेक प्रकारच्या पुराव्यांवरून दिसून येईल.

प्रागैतिहासिक काल.—इतिहासपूर्व किंवा प्रागैतिहासिक काल असे शब्द इतिहासलेखक वापरतात. साधारणपणें हा शब्द प्रत्येक राष्ट्राच्या इतिहासाचे कालभाग पाडतांना लावतात. पण या शब्दांनीं मानवाच्या आयुष्यक्रमांतील एक विशिष्ट काल सांगतां येणार नाहीं. इसवी शकापूर्वी हजार वर्षें हा काल जगांतील अनेक राष्ट्रांच्या इतिहासांच्या दृष्टीनें प्रागैतिहासिक ठरेल. पण इजिप्त किंवा बाबिलोनिया यांच्या दृष्टीनें हा संस्कृतिविकासानंतरचा काल ठरेल. तर प्रागैतिहासिक मानव हे शब्द जगाच्या इतिहासाच्या दृष्टीनें जरा जपून वापरले पाहिजेत. असुरी आणि इजिप्त या संस्कृतींपूर्वीच्या कालांत अनेक राष्ट्रें बरींच मागसलेलीं असावींत.

प्रागैतिहासिक या शब्दानें मागसलेला, रानटी असा अर्थ सूचित केला जातो असा समज प्रचलित आहे; उलटपक्षीं शास्त्र हें सुधारलेल्या काळांत निर्माण होत असतें असें आपण समजतों. परंतु नीट विचार केल्यास या शब्दप्रयोगांत कांहीं एक विरोध नाहीं; कारण एक तर, ज्याला आपण ऐतिहासिक काल म्हणतों तो सुरू होण्यापूर्वीच बहुत काल मनुष्यप्राणी रानटी स्थितींतून बाहेर पडून चांगला सुधारला होता, म्हणजे कांहीं ज्ञानसंचय अगोदरच आला होता. शास्त्र हें सुधारणेनंतर उत्पन्न होत असतें ही गोष्टहि तितकीच खरी आहे. या विधानाची सत्यता बरोबर लक्षांत येण्याकरितां, प्रथम, शास्त्र म्हणजे काय हें आपण पाहिलें पाहिजे. शास्त्र हा शब्द आपल्या रोजच्या बोलण्यांत किती वेळां तरी येत असतो; पण त्या शब्दाचा अर्थ काय, ह्याबद्दल कोणी क्वचितच विचार करतो. तथापि या शब्दाचा अर्थ मोठा कठिण आहे असें मात्र नाहीं. थोडा लक्षपूर्वक विचार केल्यास असें दिसून येईल कीं, शास्त्र या शब्दानें पुढील तीन गोष्टींचा बोध होतो. पहिली गोष्ट, प्रत्यक्ष अवलोकनानें माहिती जमविणें; दुसरी गोष्ट, त्या माहितीचें वर्गीकरण करणें; आणि शेवटीं या वर्गीकरणाच्या मदतीनें सर्वसामान्य कल्पना किंवा तत्त्वें ठरविणें. शास्त्र म्हणजे सुव्यवस्थित

मांडलेली माहिती, ही हर्बर्ट स्पेन्सरची व्याख्या सर्वांच्या परिचयाची आहेच.

सृष्ट्यवलोकन व पृथक्करण.—अगदीं रानटी मनुष्य घेतला तरी सृष्टीचे व्यापार तो पहात असतो ही गोष्ट खरी आहे. परंतु तो अवलोकन केलेल्या गोष्टींचें पृथक्करणहि करीत असतो, ही गोष्ट तितकी तावडतोब मान्य होण्यासारखी नाहीं. तथापि या मुद्द्यासंबंधानें जितका अधिक विचार करावा तितकी आपली अधिकच खात्री होत जाते कीं, या दोन गोष्टी—अवलोकन व वर्गीकरण—इतक्या एकमेकींशीं संलग्न आहेत कीं, त्या एकमेकींपासून अलिप्त ठेवणें शक्यच नाहीं. बाह्य सृष्टींतले व्यापार अवलोकन करणें हा मनाचा जितका स्वाभाविक धर्म आहे, तितकाच त्या अवलोकनापासून अनुमानें काढणें हाहि आहे. रानांतून पळणारें हरिण जमीन हुंगतें आणि तेथें कांहीं विशिष्ट प्रकारचा वास असल्यास तें लगेंच तेथें थबकतें आणि त्याच्या मनांत एकदम पुढील विचारमालिका सुरू होते. तो वास लांडग्याचा असला पाहिजे ही गोष्ट मागील अनुभवावरून त्याला माहीत झालेली असते, म्हणून तें हरिण शास्त्रीय पद्धत्यनुसार असें अनुमान लगेंच काढतें कीं, त्या रस्त्यानें लांडगे गेले असले पाहिजेत. तसेंच मागील पिढीजाद किंवा वैयक्तिक अनुभवानें हेंहि शास्त्रीय ज्ञान त्याला झालेलें असतें कीं, लांडगे हे घातक प्राणी आहेत. म्हणून तत्कालीन प्रत्यक्ष अवलोकनानें झालेली माहिती मागील अनुभवानें ठरलेल्या सामान्य सिद्धान्ताशीं एकत्र करून लगेंच तें हरिण तर्कशास्त्रशुद्ध असें आणखी अनुमान काढतें कीं, त्या रस्त्यानें जाणें धोक्याचें असल्यामुळें दुसऱ्या बाजूला वळून पळून जाणें शहाणपणाचें होय. या एकंदर प्रकारावरून हरिण शास्त्रीय सिद्धान्तांचा बुद्धिपुरःसर उपयोग करीत असतें हें तत्त्वतः कबूल करावें लागतें. आणि हरिणाला शास्त्रीय ज्ञान असतें हें विधान कितीहि चमत्कारिक वाटलें तरी त्यांत चुकीचें असें कांहींच नाहीं. हरिणाला शास्त्रीय ज्ञान असतें, अगदीं खास असतें; फक्त तें अगदीं कमी प्रमाणांत असतें इतकेंच; बाकी न्यूटनच्या व या हरिणाच्या शास्त्रीय ज्ञानाची जात एकच. फरक कायतो परिमाणाचा. शिवाय आपल्याला झालेल्या ज्ञानाचा व्यवहारांत उपयोग मनुष्यप्राणी जितक्या तर्कशास्त्रशुद्ध पद्धतीनें करीत असतो तशाच तंतोतंत पद्धतीनें, अर्थात् आपल्या बुद्धीच्या मानानें, हलके प्राणी करीत असतात. फार काय, पण जो प्राणी आपल्या भोंवतालच्या परिस्थितीचें बरोबर शास्त्रीय पद्धतीनें अवलोकन करून त्यावरून तर्कशास्त्रसंमत अनुमानें काढूं शकत नाहीं, त्याला त्याच्या या अज्ञानाबद्दल लवकरच शिक्षा भोगण्याचा प्रसंग आल्यावांचून रहात नाहीं.

मनुष्यापेक्षां हलक्या कोटींतील प्राण्यांनां जो न्याय लागू, तोच न्याय मनुष्यकोटींतल्या पण अत्यंत मागसलेल्या व्यक्तींनां अधिक व्यापक रीतीनें लागू असलाच पाहिजे. आपल्या ज्ञानाच्या आकुंचित मर्यादेमुळें ज्याला आपण ऐतिहासिक काळाचा आरंभ म्हणून म्हणतों त्या आरंभकाळाच्याहि अनेक युगें पूर्वींच मनुष्य सुधारणेच्या बऱ्याच वरच्या पायरीपर्यंत पोहोंचलेला होता. ज्योतिर्विषयक ज्ञानाचा, पशूंच्या गृह्यीकरणाच्या ज्ञानाचा आणि वैद्यकीय ज्ञानाचा उगम इतिहासपूर्व कालांत लपला आहे. मनुष्य स्वभावतःच समाजप्रेमी असल्यामुळें आद्यस्वरूपाचीं सुधारणेचीं सर्व अंगें त्या कालांतच त्यानें सुस्थितीप्रत नेलीं होतीं. म्हणून केवळ सोयीसाठीं आद्यसमाजस्थितीला 'रानटी, मागसलेली' अशीं विशेषणें आपण लावीत असलों तरी त्यांचा अर्थ तारतम्यानेंच घ्यावयास पाहिजे. त्या आद्यसमाजांतील मानवांचीं ध्येयें आपल्या ध्येयांहून फार निराळीं होतीं असें मुळींच नाहीं. ज्याला अश्मयुग अगर पाषाणयुग म्हणतात त्या प्राचीन युगांत सुद्धां हलक्या प्राण्यांनां कसें माणसाळावें व त्यांनां आपल्या कामीं कसें लावावें, त्याचप्रमाणें जमीन नांगरून त्यांतून पिकें कशीं काढावीं या गोष्टी मनुष्यानें अवगत करून घेतल्या होत्या. पुढें अर्थात् बऱ्याच कालावधीनें व परिश्रमांनीं, खाणींतील अशुद्ध धातू काढून त्या शुद्ध करणें, ब्रॉन्झ नामक मिश्रधातूचीं हत्यारें करणें, तसेंच लोखंडाच्या वस्तू करणें वगैरे गोष्टींचें ज्ञान त्यानें मिळविलें. पाषाणयुगांत सुद्धां मनुष्याचें यांत्रिक कौशल्य कौतुक करण्यासारखें होतें, ही गोष्ट त्या काळांतील पाषाणाचीं भाल्याचीं टोंकें पाहिलीं असतां लक्षांत येतें. आणि जे रानटी लोक ब्रॉन्झ धातूच्या कुऱ्हाडी व सुऱ्या वगैरे हत्यारें करीत असत, त्यांचें शास्त्रीय तत्त्वांचें व त्यांच्या व्यावहारिक उपयोगाचें ज्ञान फार पुढें गेलेलें असलें पाहिजे. त्या काळांतील आपल्या पूर्वजांचें सर्व लक्ष व्यावहारिक उपयोगाकडे होतें यांत शंका नाहीं; आणि त्यामुळेंच व्यावहारिक ज्ञानाच्या बुडाशीं कोणतीं शास्त्रीय तत्त्वें आहेत तें शोधून काढण्याचा खटाटोप त्यांनीं केला नसावा. तथापि कांहीं शास्त्रीय तत्त्वें त्यांनां ज्ञात होतीं यांत शंका नाहीं; मात्र तीं तत्त्वें पद्धतशीर रीतीनें त्यांनीं मांडलेलीं नव्हतीं.

आद्यमानवज्ञात शास्त्रीय तत्त्वें.—हीं शास्त्रीय तत्त्वें कोणतीं तें आतां आपण पाहूं. तीं आपणांला समजलीं म्हणजे आपल्या पुढील शास्त्रीय ज्ञानाची वाढ कोणत्या मूळ आधारावर झाली हें कळण्यास ठीक पडेल. ऐतिहासिक काळांत शास्त्रीय ज्ञानाची वाढ कोठून सुरू झाली तेंहि त्यामुळें लक्षांत येईल. तसेंच त्यामुळें आपल्या शास्त्रीय ज्ञानांत व आपल्या प्राचीनतम पूर्वजांच्या शास्त्रीय ज्ञानांत साम्य कोठें व कशा प्रकारचें आहे हेंहि लक्षांत येईल. शिवाय आद्य मानव समाजाला कोणतें शास्त्रीय ज्ञान होतें हें सांगत असतां त्याबरोबरच त्याला कोणत्या गोष्टी बिलकुल माहीत नव्हत्या तें येथें थोडक्यांत दिग्दर्शित करणें जरूर आहे. कारण त्या योगानें ऐतिहासिक काळांतील विद्वानांपुढें शास्त्रीय संशोधनाचें कोणतें क्षेत्र होतें तें आपणांस बरोबर समजेल.

आद्यकालीन मानवसमाजांतील शास्त्रीय ज्ञानासंबंधानें जी

माहिती येथें द्यावयाची आहे ती केवळ अनुमानानें द्यावयाची आहे, प्रत्यक्ष कोणत्याहि लेखी पुराव्याच्या आधारानें नव्हे, हें लक्षांत ठेवलें पाहिजे. त्यास माहीत असलेलीं शास्त्रीय तत्त्वें कशीं वाढ पावलीं किंवा तीं मूळ कोणीं शोधून काढलीं याचा आपणांस कांहींच पत्ता लागत नाहीं. त्यापैकीं कांहीं तत्त्वें तर मानवी समाजाची बरीच सुधारणा झाल्यानंतर ज्ञात झालेलीं असलीं पाहिजेत. तथापि हीं सर्व तत्त्वें, ज्याला आपण ऐतिहासिक काल म्हणतों त्या काळांतल्या अगदीं आरंभींच्या असुरराष्ट्रसंस्थापनकालापूर्वी म्हणजे इजिप्शियन व बाबिलोनी संस्कृतींनां सुरुवात होण्यापूर्वीच मानवसमाजानें अवगत करून घेतलेलीं होतीं, याबद्दल बिलकुल शंका नाहीं. या आद्यकालीन मानवजातीच्या शास्त्रीय कल्पनांची कालानुक्रमानें पुढीलप्रमाणें हकीकत आहे;

पृथ्वीचा आकार.—आद्यकालीन मानवांनां ही पृथ्वी सपाट व अमर्याद लांबीरुंदीची आहे असें वाटत असलें पाहिजे. ही 'अमर्याद' लांबीरुंदी म्हणजे तरी काय, याबद्दलची त्यांची कल्पना आजच्या आपल्या 'अनंतत्वाच्या' कल्पनेइतकीच अनिश्चित होती. प्रत्यक्ष अनुभव व प्रवाशांनीं सांगितलेली माहिती यावरून पृथ्वी एकंदर किती मोठी आहे हें नक्की ठरवितां येण्यासारखें नव्हतें, एवढाच 'अनंत' या शब्दाचा अर्थ समजावयाचा. या प्रागैतिहासिक काळांतील दूरदूर प्रवास केलेल्या लोकांनां येवढें आढळून आलेलें असावें कीं, हवापाण्यांत विशिष्ट फरक होत असल्यामुळें विशिष्ट मर्यादेच्या पलीकडे म्हणजे उदाहरणार्थ, अत्यंत थंड हवा असलेल्या शीत कटिबंधामध्यें प्रवास करणें शक्य नव्हतें; पण अशा मर्यादेच्या पलीकडेहि दिसावयाला सपाट असा अमर्याद भूप्रदेश किंवा अमर्याद समुद्र पसरलेला असेच. अशा स्थितींत पृथ्वीला कांहीं तरी मर्यादा असलीच पाहिजे ही कल्पना एखाद्या विचारी तत्त्ववेत्त्याच्याच मनांत कायती येणार हें उघड आहे. आणि असले तत्त्वज्ञानात्मक विचार त्या प्रागैतिहासिक काळांतहि कांहीं लोकांच्या मनांत आलेले असले तरी त्याबद्दल आज आपणांस कांहींएक पुरावा उपलब्ध नाहीं. म्हणून पृथ्वीच्या आकारासंबंधानें मनुष्याच्या प्राथमिक कल्पना काय होत्या तें समजून घेण्याकरितां आपल्याला ऐतिहासिक काळांतील माहितीवरच अवलंबून राहिलें पाहिजे.

अंतरिक्षांतील चमत्कार.—सूर्य, उष्णता व प्रकाश दोन्ही पुरवितो आणि चंद्र व इतर तारे फक्त प्रकाश देतात, उष्णता पुरवीत नाहींत; ही गोष्ट आद्यकालीन मानवाच्या अगदीं आरंभापासूनच लक्षांत आलेली असली पाहिजे. नंतर थोडक्या अधिक निरीक्षणानें त्यांच्या हें लक्षांत आलें असावें कीं, सूर्य विशिष्ट ठिकाणाच्या जवळ कांहीं काळ येतो, कांहीं काळ दूर जातो व त्या योगानेंच त्या ठिकाणच्या ऋतुमानांत फरक होतो. अर्थात्, भूमध्यरेषेपासून दूर असलेल्या समशीतोष्ण प्रदेशांत रहावयास गेल्यानंतरच वरील गोष्ट त्यांच्या विशेष निदर्शनास आली असेल; व तेथें रहावयास गेल्यानंतरहि बऱ्याच काळानें सूर्याच्या स्थलांतरावर ऋतूंमधील फेरबदल अवलंबून असतो ही गोष्ट त्यांनां कळली असेल. उन्हाळ्यांतील अत्यंत उष्णतेचे दिवस कर्कसंक्रमणाच्या वेळीं, आणि हिंवाळ्यांतील अत्यंत कडक थंडीचे दिवस मकरसंक्रमणाच्या वेळीं येतात ही गोष्ट आतां सुप्रसिद्धच आहे. पण त्या प्राचीन काळांतील लोकांच्या मनावरहि सूर्याचें स्थलांतर व ऋतूंचें स्थित्यंतर यांच्यामध्यें असलेल्या परस्पर संबंधानें परिणाम केलेला असला पाहिजे. तथापि सूर्याचीं स्थलांतरें कां होतात त्या कारणांची त्यांनां यत्किंचितहि माहिती नव्हती हें उघड आहे. इतकेंच नव्हे, तर बऱ्याच नंतरच्या काळांतहि त्याबद्दलच्या कारणांविषयींच्या लोकांच्या अत्यंत अस्पष्ट कल्पना होत्या हेंहि सिद्ध आहे.

सूर्य, चंद्र व तारे हे अन्तरिक्षांत फिरत असतात ही गोष्ट अर्थात् अगदीं आरंभापासून लक्षांत आलेली असणार हें उघड आहे. परंतु, हे आकाशस्थ गोल पृथ्वीभोंवतीं वाटोळे फिरत असतात, इतकी नक्की कल्पना सुद्धां प्रथम नसेल. त्या प्रागैतिहासिक काळांत सूर्य पश्चिम क्षितिजावरून पूर्व क्षितिजावर कसा जातो याबद्दल कल्पना काय होत्या त्याबद्दल येथें तर्क लढवीत बसण्याचें कारण नाहीं; कारण त्याबद्दल ऐतिहासिक काळांतील प्रथमारंभींच्या काय कल्पना होत्या हें आपणांस पुढील एका प्रकरणांत पहावयाचें आहेच. तथापि पृथ्वीच्या खालून जाऊन नंतर हे गोल पूर्वेकडे पुन्हां उगवत असतात (पृथ्वीच्या आकाराबद्दल त्यांच्या कल्पना कांहींहि असोत) अशी कल्पना त्या प्रागैतिहासिक काळांतील लोकांनां आलेली असावी असें आपणांस धरून चालण्यास हरकत नाहीं.

अंतरिक्षांतील चंद्राची जागा बदलत असते, तारे मात्र आपल्या ठराविक ठिकाणापासून मागें पुढें हालत नाहींत, पण या ताऱ्यांपैकीं दोनतीन अत्यंत तेजस्वी तारे, ज्यांनां पुढें ग्रह असें नांव पडलें ते मात्र स्थलांतर करतात, या तीन गोष्टी प्रागैतिहासिक काळांतच पण सृष्टींतील व्यापारांचें सूक्ष्म अवलोकन करण्याची संवय बरीच वाढल्यानंतर लक्षांत आल्या असल्या पाहिजेत. शुक्र व गुरु या तेजस्वी ग्रहांचें अन्तरिक्षांतील भ्रमण त्या लोकांच्या नजरेंत आलें नसेल असें मानतां येत नाहीं. तथापि चंद्र व हे वरील ग्रह यांच्या स्थलान्तरांचें शास्त्रीय व सोपपत्तिक कारण त्यांनां माहीत नव्हतें असें गृहीत धरून चालण्यास हरकत दिसत नाहीं.

गुरुत्वाकर्षण.—अंतरिक्षांतील व्यापारांविषयींचा विचार सोडून देऊन पृथ्वीसंबंधानें त्यांच्या कल्पना काय होत्या त्यांकडे वळूं. त्यांत जमीन आणि पाणी या पृथ्वीच्या दोन विभागांसंबंधानें अधिक विवेचन येथें करीत न बसतां, जें एक मोठें शास्त्रीय तत्त्व त्या आद्यकालीन लोकांच्या लक्षांत खास आलें असलें पाहिजे त्या तत्त्वाबद्दलचा येथें विचार करूं. तें तत्त्व म्हणजे

पृथ्वीवर सर्वत्र दिसून येणारें गुरुत्वाकर्षणासंबंधाचें. गुरुत्वाकर्षण हा शब्द उच्चारतांच त्या तत्त्वाचा आद्य संशोधक न्यूटन याचें नांव आपल्या डोळ्यासमोर येतें, आणि या सुप्रसिद्ध तत्त्वाचें ज्ञान त्याचा आद्यजनक न्यूटन याच्या पूर्वी पंचवीस किंवा पन्नास हजार वर्षें होऊन गेलेल्या प्रागैतिहासिक काळांतील माणसांस होतें हें वरील विधान ऐकून कोणालाहि आश्चर्य वाटणें साहजिक आहे. परंतु थोडकासा विचार केला तर हें सहज दिसून येईल कीं, सर्व जड पदार्थ सरळ पृथ्वीवर पडतात हा मोठा महत्त्वाचा व्यापक सृष्टिनियम अगदीं आद्य अवस्थेंतील मनुष्यांच्या सुद्धां ध्यानांत आलेला असलाच पाहिजे. आपल्या आद्यकालीन पूर्वजांचा रानांवनांशींच विशेष संबंध असल्यामुळें वरील सृष्टिनियमाचें प्रत्यक्ष अवलोकन करण्याचा त्यांनां हरघडी प्रसंग येत होता. म्हणून सामान्य कल्पना व नियम बसविण्याइतकी मानवी बुद्धीची वाढ होतां क्षणींच ओबडधोबड भाषेंत कां होईना पण त्या आद्यकालीन मानवांनीं जे व्यापक नियम अगदीं प्रथमारंभींच ठरविले असतील, त्यांत आधार नाहीं असे सर्व पदार्थ तावडतोब जमिनीवर पडतात, हा एक नियम असलाच पाहिजे. पाण्याच्या पृष्ठभागावर गेलें तरी तोच अनुभव व जमिनीवरील कोणत्याहि भागांत गेलें तरी तोच अनुभव आल्यामुळें अगदीं आद्यकालीन भटकत हिंडणाऱ्या मानवप्राण्याला सुद्धां या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमावर पूर्ण विश्वास ठेवणें प्राप्त होतें. हा नियम जेथें कार्य करीत नाहीं असें एकादें स्थळ पृथ्वीच्या पाठीवर असेल अशी कल्पना त्याच्या मनांत आली असेल असें वाटत नाहीं. आणि त्याबरोबरच दुसरी गोष्ट म्हटली म्हणजे या पृथ्वीच्या बाहेर पलीकडे कोठें हाच गुरुत्वाकर्षणाचा नियम कार्य करीत असावा ही कल्पना त्याला शिवली असेल असेंहि वाटत नाहीं. चंद्र व इतर ग्रह यांनां हा नियम लागू आहे, इतकेंच काय पण अखिल विश्वांतील प्रत्येक परमाणूला हाच नियम लागू आहे ही गोष्ट मात्र न्यूटननें प्रथम ठरविली हें पुढील विवेचनावरून दिसून येईल. पण सध्यां आपणांस लक्षांत घेतलें पाहिजे तें हें कीं, पृथ्वीच्या पाठीवर तरी प्रत्येक ठिकाणीं गुरुत्वाकर्षणाचा नियम चालू आहे ही गोष्ट मानवजातीच्या उत्पत्तीपासून प्रत्येक पिढीतील लोकांनां ठाऊक होती यांत बिलकुल शंका नाहीं. न्यूटननें पृथ्वीवरील गुरुत्वाकर्षणाचा नियम शोधून काढण्यांत आपल्या आद्यकालीन पूर्वजांपेक्षां कोणतीहि निराळी अपूर्व गोष्ट केलेली नाहीं, ही गोष्ट लक्षांत घेतली म्हणजे प्रागैतिहासिक काळांतील आपल्या पूर्वजांबद्दल प्रेमादर उत्पन्न होण्यास मदतच होणारी आहे. वर आकाशांत बाण फेकला तरी तो अखेर खालीं जमिनीवरच पडतो ही गोष्ट जितकी निश्चितपणें आज आपल्याला, तितकीच ती पाषाणयुगांतील लोकांनांहि माहीत होती. असा बाण कोणत्या वर्तुलाकार मार्गानें परत जमिनीवर पडेल व तो किती वेगानें पडेल हें गणितानें आज आपणांस ठरवितां येतें, तें मात्र पाषाणयुगीन आपल्या पूर्वजांनां येत नव्हतें ही गोष्ट कबूल आहे; पण हा वर सोडलेला बाण परत खालीं जमिनीवर ज्या गुरुत्वाकर्षणानें पडतो तें गुरुत्वाकर्षण म्हणजे कोणत्या व काय प्रकारची शक्ति आहे ह्या गोष्टीसंबंधानें आद्यकालीन धनुष्यबाण वापरणाऱ्या माणसांमध्यें जें अज्ञान होतें तेंच आजकालच्या अत्यंत विख्यात तत्त्ववेत्यांमध्येंहि आहे.

यंत्रशास्त्रांतील प्राथमिक ज्ञान म्हणून म्हणतां येईल अशा ज्या गोष्टी प्रागैतिहासकालीन मानवांनां माहीत होत्या त्या येणेंप्रमाणें:— घन पदार्थांची दृढता व द्रव पदार्थांची चंचलता; उष्णता कमजास्त केल्यानें घन पदार्थांचें द्रवांत व घनांत होणारें रूपांतर, उदाहरणार्थ, तांबें, लोखंड यांनां उष्णता लावल्यानें रस होणें व पाण्याचें थंडी लावल्यानें बर्फ होणें; आणि दोन काठ्या एकत्र घासल्यानें उष्णता वाढून अग्नि उत्पन्न होणें. शेवटच्या विस्तव उत्पन्न करण्याच्या या प्रयोगाची शास्त्रीय उपपत्ति अगदीं अलीकडल्या १९ व्या शतकापर्यंतहि कोणाला माहीत नव्हती. पण त्यासंबंधाचें व्यावहारिक ज्ञान मात्र प्रागैतिहासिक काळापासून मनुष्याला आहे. आणि विस्तव पेटविण्याची ती युक्ति अद्यापहि मागसलेल्या रानटी जातींत चालू आहे. तसेंच घन व द्रव पदार्थांमध्यें उष्णतामानाप्रमाणें होणाऱ्या स्थित्यन्तरांच्या ज्ञानाचा व्यवहारांत अशुद्ध धातू गाळून शुद्ध करण्याच्या कामाकडे आणि तांबें व कथील यांच्या मिश्रणानें ब्रॉन्झ नांवाची मिश्र धातु तयार करण्याकडे उपयोग आपले ते प्राचीन पूर्वज करीत असत. हें त्यांचें ज्ञानच अलीकडील अत्यंत महत्त्व पावलेल्या पदार्थविज्ञानशास्त्राचें मूलबीज होय. दुसरी गोष्ट ही कीं, पाण्यांत मिठाचा खडा टाकला असतां तो विरघळून पाण्याशीं एकजीव होऊन जातो हें ज्ञानहि त्यांनां होतें; आणि तेंच रसायनशास्त्रांतील पहिला धडा होय. असल्या कांहीं प्राथमिक कल्पनांच्या पलीकडे मात्र त्यांचें रसायनशास्त्राचें ज्ञान गेलें नव्हतें. तथापि अग्नीच्या उष्णतेनें पदार्थांच्या स्थितींत होणाऱ्या फेरबदलासंबंधीं त्यांनां जें ज्ञान होतें, त्याचाहि त्यांच्या रसायनशास्त्राच्या ज्ञानांत समावेश केला पाहिजे. कारण मनुष्याला सुधारणेच्या उच्च शिखरावर नेण्याच्या कामीं या एका गोष्टीच्या ज्ञानाहून अधिक मदत दुसऱ्या कोणत्याहि गोष्टीची झालेली नाहीं.

जीवनतत्त्वविषयक ज्ञान.—हल्लीं ज्याला आपण जीवनशास्त्रविषयींचें ज्ञान म्हणून म्हणतों तसल्या प्रकारचें ज्ञान रोजच्या व्यवहारांतील प्रत्यक्ष अवलोकनानें मिळविण्याची संधि आद्यकालीन मानवांत विपुल होती. यामुळें प्लेटोनें आपल्या अतींद्रियविज्ञानशास्त्रामध्यें ज्या दोन कल्पनांनां प्रमुख स्थान दिलेलें आहे, त्या साधर्म्य आणि वैधर्म्य या दोन कल्पना मनुष्यप्राण्याच्या मनांत आरंभापासूनच उदित झालेल्या असल्या पाहिजेत, याबद्दल शंका घेण्याचें कारण नाहीं. पुढील विवेचनांत लवकरच आपणांस दिसून येईल कीं, प्रत्यक्ष अवलोकनानें जे सामान्य सिद्धांत अगदीं प्रथम माणसाच्या लक्षांत आले, त्यांपैकींच वरील

दोन साधर्म्य व वैधर्म्य या संबंधाचे सिद्धांत होत; आणि ह्मणूनच या सिद्धांतांनां मनुष्याच्या मनांतील नैसर्गिक किंवा जन्मसिद्ध कल्पना व सर्वत्र (अखिल मानवजातींत) दिसून येणाऱ्या कल्पना असें मानण्यांत येऊं लागलें. उदाहरणार्थ, पृथ्वीवरील निर्जीव पाषाण आणि सजीव पदार्थ यांच्यामधील फरक अत्यंत हीन बुद्धीच्या आद्यकालीन माणसांनां दिसून आला नसेल अशी कल्पना करणें शक्य नाहीं. ह्मणून सजीव पदार्थ व निर्जीव पदार्थ असे दोन वर्ग प्रागैतिहासिक काळांतच माणसांनीं केले असले पाहिजेत. आतां हेंहि खरें आहे कीं, आद्यकालीन नूतन शास्त्रज्ञांनीं, ज्या सूर्यचंद्रग्रहवायुविद्युदादिकांनां आपण निर्जीव मानतों, त्यांनांहि सजीव मानलें असेल; आणि उलट पक्षीं वृक्षलतादि वनस्पतींनां निर्जीव मानलें असेल. पण उदाहरणार्थ, पाषाण आणि लांडगा यांतला ढळढळीत निर्जीवसजीव हा भेद त्यांनां माहीत होता कीं नाहीं याबद्दल शंका घेण्याचें बिलकुल कारण नाहीं. नंतर आणखी एक पाऊल पुढें जाऊन—हें एक पाऊल पुढें पडण्यास कदाचित् शेंकडों, हजारों वर्षेंहि लागलीं असतील—मानवप्राण्याची बुद्धि इतक्या दर्जाला पोहोंचली असावी कीं, तिच्या साहाय्यानें एखाद्या आद्यकालीन आरिस्टॉटलनें किंवा लिनॉसनें मासे, पक्षी, व लोंकर असलेला पशु यांच्यामधील साधर्म्य व वैधर्म्य बरोबर नीट ओळखिलें असेल. इतक्या कल्पना येण्यास तात्त्विक विचार करण्याची मानवी बुद्धीची शक्ति बऱ्याच उच्च दर्जाला पोहोंचावयास पाहिजे हें खास आहे. पक्षी किंवा झाड या पृथक् पृथक् कल्पना दर्शविणारे शब्द सुद्धां कित्येक मागसलेल्या रानटी जातींच्या लोकांच्या भाषांमध्यें नाहींत असें आपणांस आजहि आढळून येतें. यामुळें आपणांस असें मानणें भाग आहे कीं,प्राचीन काळांतील अधिकांत अधिक बुद्धिमत्ता असलेल्या माणसांच्या अंगींसुद्धां वर वर्णन केलेल्या प्रकारची प्राण्यांप्राण्यांमधील वर्गीकरण करण्याची पात्रता येण्यास कित्येक युगें जावीं लागलीं असतील; तथापि त्याबरोबर हेंहि निःसंशय आहे कीं, आपल्या ऐतिहासिक काळाच्या पूर्वींच बहुत काळ आद्यकालीन मानवजातीची तितकी मानसिक उन्नति झालेली होती. तात्पर्य प्रागैतिहासिककालीन मानवांनीं मासे, पक्षी, व लोंकर असलेले पशू यांचें शास्त्रीय दृष्ट्या वर्गीकरण करून जीवनशास्त्राभ्यासक या नात्यानें उच्च दर्जा गांठलेला होता.

आद्यकालीन वैद्यकीय ज्ञान.—वैद्यक शास्त्रासंबंधाच्या क्षेत्रांतहि त्या काळांत लवकरच कांहींतरी प्रगति खास झालेली असली पाहिजे. प्रत्यक्ष पशुपक्ष्यादि हलके प्राणीसुद्धां सभोंवार दिसणाऱ्या अनेक तृणलतादि वनस्पतींपैकीं योग्यायोग्याचा निर्णय करून, भक्ष्य वनस्पती निवडून काढतात; आणि प्रसंगविशेषीं भक्ष्य वनस्पति सोडून देऊन निराळ्याच औषधी वनस्पती रोगनिवारणार्थ ह्मणून खातांना आढळतात. उदाहरणार्थ, मांजरें दुर्वांसारखी वनस्पति खातात हें पाहण्यासारखें आहे. तसेंच आद्य मानव जातीला सुद्धां कित्येक वनस्पतींचे औषधी गुणधर्म परंपरागत किंवा उपजत ज्ञानानें माहीत असले पाहिजेत. निदान विषारी फळें कोणता तें ओळखण्यापुरतें तरी वैद्यकशास्त्रांतल्या विषविज्ञान या भागाचें ज्ञान असलेंच पाहिजे. पण या वरील विधानांत खऱ्या कार्यकारणभावाचा विपर्यास होत आहे असें वाटतें. कारण एकंदरीनें पाहतां आपल्या या प्राणिमात्रांच्या शरीरांत वस्तुस्थितीशीं जुळेसें करून घेण्याची मोठी अद्भुत शक्ति आहे. ह्मणून जगांत बहुधा अशी एकहि विषारी वनस्पति नाहीं कीं, जी खाऊन तिचे घातुक परिणाम टाळण्यास मनुष्यदेह शिकला नसता. अर्थात् हें बऱ्याच संवयीचें व कालावधीचें काम आहे. आणि ह्मणूनच कांहीं अंशीं असें ह्मणण्यास हरकत नाहीं कीं, आज ज्या अनेक वनस्पतींचे विषारी परिणाम आपल्या शरीरावर होतात, त्याचें कारणच हें कीं, त्या वनस्पती आपल्या पूर्वजांनीं खाण्यामध्यें उपयोगांत आणल्या नव्हत्या. उदाहरणार्थ, आज जीं फळें आपणांला विषाप्रमाणें इजा करितात, तीं जर आद्य मानवजाती ज्या प्रदेशांत रहात असत तेथें उत्पन्न होत असतीं व त्यांच्या खाण्यांत आलीं असतीं, तर तींच आज आपल्या रोजच्या आहारांतलीं बनलीं असतीं. असो. ही विचारपरंपरा प्रमाणाबाहेर गेली असें वाटतें. प्रस्तुत विषयाविषयीं येथें इतकें सांगितलें ह्मणजे पुरे कीं, कांहीं मुळें, पानें व फळें आपल्या शरिरावर घातक परिणाम करणारीं असतात; आणि ते त्यांचे घातक परिणाम प्राचीन मानवांनीं माहीत करून घेतले नसते तर त्याचा भयंकर परिणाम मानवजातीला भोगावा लागला असता. परंतु खरोखर वस्तुस्थिति अशी कीं, त्यांनां ते घातक परिणाम कळून आलेले होते व ह्मणूनच त्यांनां विषविज्ञान नामक वैद्यकशाखेचें ज्ञान होतें असें आह्मी ह्मणतों.

आद्यकालीन वनस्पतिविषयक ज्ञान.—मनुष्याच्या शरिरावर घातक परिणाम करणाऱ्या पदार्थांबद्दलच्या ज्ञानाला जोडूनच रोगनिवारक अशी कित्येक वनस्पतिविषयक माहितीहि बऱ्याच प्राचीन काळापासून मानवजातीला प्राप्त झालेली असली पाहिजे. हें त्यांचें औषधिविज्ञान अर्थात् अगदीं प्राथमिक अवस्थेंत आणि तेंहि केवळ प्रत्यक्ष अनुभवानें मिळविलेलें असलें पाहिजे. वर सांगितलेंच आहे कीं हलक्या प्राण्यांनांसुद्धां कित्येक रोगनिवारक वनस्पतींचें उपजत ज्ञान असतें (कदाचित् हें थोडें असेल); आणि हें जर खरें आहे, तर इतर कित्येक गोष्टींप्रमाणें हें उपजत ज्ञानहि मानवजातीस प्राङ्मानुष पूर्वजांपासून वंशपरंपरेनें प्राप्त झालेलें असलें पाहिजे. या आनुवंशिक ज्ञानामध्यें अवलोकनानें आणि प्रत्यक्ष अनुभवानें पुष्कळ भर घालून लवकरच मानवजातीनें अनेक प्रकारच्या रोगांवरील वनौषधी उपयोगांत आणलेल्या असाव्या, ही गोष्ट हल्लीं आढळून येणाऱ्या रानटी जातींतील लोकांनां असलेल्या अनेक रोगांवरील वन्य औषधींच्या ज्ञानावरून निर्विवाद सिद्ध होते. पुढील विवेचनामध्यें आपणांस असें दिसून येईल कीं, ऐतिहासिक काळांत सुद्धां कित्येक

प्रचारांत असलेले औषधोपाय अडाणीपणाचे होते, व त्यांनां अशास्त्रीय या शब्दानें आपण नेहमीं संबोधित असतों; तथापि त्यांपैकीं अत्यंत अडाणीपणाचे उपाय सुद्धां वास्तविक शास्त्रीय नियमांवरून बसविलेले होते. कारण ते पूर्वावलोकनानें व्यावहारिक अनुमानें काढून ठरविलेले होते. कांहीं औषधें कांहीं विशिष्ट लक्षणांच्या रोगांवर दिलीं जातात, याचें कारण औषधींवैद्यांनां तसल्या औषधांचा तसल्या प्रकारच्या रोगांवर गुणकारी परिणाम झाल्याचा पूर्वी अनुभव आलेला असतो.

प्रागैतिहासिककालीन मरणविषयक उपपत्ति.– वरील सर्व वर्णनावरून असें सूचित होतें कीं, मनुष्य प्राण्याला रोग होतात ते स्वाभाविक कारणांनीं होतात; आणि त्या रोगांवर उपाय केले नाहींत तर तो मरण पावतो. पण प्राचीन काळांतील लोकांच्या कल्पना अशा नव्हत्या हें येथें लक्षांत घेतलें पाहिजे. ज्याला आपण स्वाभाविक रोग व स्वाभाविक मरण असें म्हणतों, त्याला पूर्वी मानवी प्रगतीच्या आद्य काळांत शत्रूचा हल्ला म्हणून लोक मानीत असत. या प्रश्नाचा विचार करूं लागलें कीं, फारच चमत्कारिक अनुमानें निघूं लागतात. जितकें या विषयाचें अधिक निरीक्षण करावें तितक्या अधिक जोरानें ही गोष्ट मनाला पटूं लागते कीं, 'स्वाभाविक' मरणाची कल्पना आद्यकालीन मानवांनां फार काळानंतर नियमसिद्ध म्हणून वाटूं लागली असावी. हल्लीं 'मनुष्य मर्त्य आहे' ही कल्पना आपल्या मनाला इतकी खिळलेली आहे कीं, वरील विधान वाचून कोणीहि आश्चर्यचकित होईल. तथापि हल्लींच्या रानटी लोकांतल्या कल्पना पाहिल्या, आणि त्यावरोबर ऐतिहासिक काळांतील लोकांच्याहि रोगोत्पत्तीसंबंधाच्या कल्पना विचारांत घेतल्या म्हणजे मानवी जीवितासंबंधाच्या आद्यकालीन कल्पनांत निसर्गसिद्ध मरणाच्या कल्पनेचा अन्तर्भाव होत नव्हता असेंच आपणांस दिसून येईल. असें सांगतात कीं, हल्लीं सुद्धां आस्ट्रेलियांतील रानटी लोक कोणी झाडावरून पडून पाय मोडून मरण पावल्यास त्याला स्वाभाविक मरण आलें असें न मानतां, तें शेजारच्या टोळींतल्या कोणांतरी दुष्ट मनुष्याच्या जादुमंत्रानें आलें असें समजतात. तसेंच ऐतिहासिक काळांतले आरंभींचे इजिप्शियन व बाबिलोनियन लोक सुद्धां दुष्ट शत्रूंच्या करणीमुळें रोग होतात असें मानीत असत, असें आपणांस ग्रंथांतरीं आढळून येतें. फार कशाला, अलीकडल्या मध्ययुगांतल्या भोळ्या भाविकपणाच्या गोष्टी आणि त्यापेक्षांहि अलीकडील काळांतील चेटुकगिरीवर असलेला लोकांचा विश्वास पाहिला म्हणजे त्यावरूनहि, रोग म्हणजे आपल्या शत्रूनें त्रास देण्याकरितां उत्पन्न केलेले कोणी सजीव प्राणीच किंवा भुतें होत, ही कल्पना रूढ असल्याचें स्पष्ट दिसून येतें. एवढेंच काय, तर आजच्या आपल्या बोलण्यांतल्या भाषेंत सुद्धां वरील कल्पनेचे अवशेषसूचक शब्द राहिलेले आहेत. उदाहरणार्थ "तापानें पछाडलें" असलीं कांहीं वाक्यें आपणहि अद्याप वापरीत असतों. इंग्रजींत तापाच्या झटक्याला "अट्याक" म्हणजे हल्ला असें म्हणतात ही गोष्ट त्याच परिस्थितीची द्योतक आहे.

या गोष्टीचा आणखी विचार करण्याकरितां, जर आद्यकालीन मानव कोणत्या परिस्थितींत रहात असत तें लक्षांत घेतलें तर असें दिसून येईल कीं, स्वाभाविक रीत्या वयमानपरत्वें मरण आल्याचीं उदाहरणें पाहण्याची त्यांनां फार क्वचितच संधि मिळत असे. त्यांच्या भोंवतालच्या सर्व जगांत नेहमीं हाणामारी चालू असे. स्वतः त्यांची उपजीविका शिकारीवर चालावयाची; पशुपक्षीहि एकमेकांस मारीत असल्याचें त्यांनां नेहमीं दिसावयाचें; स्वतःचे जातबांधवहि शत्रूच्या हातून मरण पावत असावयाचे. त्यामुळें साहजिकच एखादा कुटुंबांतला मनुष्य आजारी पडून मरण पावला, तरी तो कोणा तरी प्रत्यक्ष माहीत नसलेल्या शत्रूच्या घातक कृत्यामुळेंच मेला अशी समजूत होत असे. शिवाय कालगणनेसंबंधानेंहि व्यवस्थित पद्धति त्या वेळीं ठरलेली नसल्यामुळें—म्हणजे कांहीं विशिष्ट सालीं विशिष्ट गोष्टी घडल्या असें बोलण्याची भाषा ठरलेली नसल्यामुळें—स्वतःच्या भोंवतालच्या माणसांपैकीं कोण किती वयाचा हें नक्की समजण्यास त्या काळीं मार्ग नसे. शिवाय टोळ्या किंवा संघ करून राहण्याची पद्धत सुद्धां बऱ्याच अनुभवानंतर पडली असावी; आणि तशी पद्धति चालू होईपर्यंत त्या वेळच्या माणसांनां स्वतःचे वृद्ध आजे पणजे सुद्धां बहुधा माहीत असणें शक्य नव्हतें; इतकेंच नव्हे, तर मनुष्य वयांत येऊन जगांत स्वतःचा संसार स्वतः चालविण्यास समर्थ झाल्यावर खुद्द स्वतःच्या आईबापांबद्दलहि स्मृति ठेवण्याची फिकीर करीत नसावा. त्यामुळें जरी आसपास कोणी इसम वृद्धत्वामुळें अशक्त व रोगी होऊन मरण पावला, तरी ती अशक्तता व ते रोग त्या माणसाच्या वार्द्धक्यामुळें उत्पन्न झाले अशी कल्पना त्याच्या वयोमानाची नक्की माहिती नसल्यामुळें येणें शक्य नव्हतें. शिवाय कित्येक रानटी जातींत वृद्ध व पंगू माणसांनां ठार मारून टाकण्याची चाल अद्यापहि चालू आहे ही गोष्ट लक्षांत घेतां असें स्पष्ट दिसतें कीं, ही चाल वार्द्धक्यामुळें भारभूत झालेलीं समाजांतील माणसें सृष्टिक्रमानुसारच खास मरण पावतात अशी स्पष्ट कल्पना मानवजातीला होण्यापूर्वीच व त्या अज्ञानामुळें चालत आलेली असावी. कालगणनापद्धति व मानवी जीविताचें मर्यादितत्व या दोन्ही कल्पना ज्या काळांतल्या माणसांनां आलेल्या नव्हत्या, त्यांनां वार्द्धक्यामुळें उत्पन्न झालेल्या व्याधी व पुढें येणारा मृत्यु शत्रूच्या वारंवार होणाऱ्या पीडेमुळेंच भोगावा लागतो असेंच स्वाभाविक वाटत असणार. या कल्पनेला जोडून दुसरी कल्पना अशी उद्भवणार कीं, ज्या अर्थी कित्येक माणसें शत्रूंनीं अनेक संकटें आणलीं तरी त्यांतून निभावून जिवंत राहूं शकतात, त्या अर्थी पुढें त्यांच्यावर येतील त्या संकटांतूनहि सुटून तीं नेहमींच जिवंत राहतील.

त्या आद्यकालीन मानवांनां मागल्या अनेक वर्षांतल्या गोष्टी कळण्याला लेखादि साधनें नव्हतीं. चालू काल व स्वतःच्या आठवणींतल्या गोष्टी यापलीकडे भूत काळांतील गत गोष्टींबद्दल ज्ञान होण्यास त्यांनां कांहींच साधनें नव्हतीं. शिवाय माणसांची आठवण चांगली धड फार क्वचित् असते. तेव्हां ज्या गोष्टी इतरांनीं पाहिलेल्या असून आठवत नसत, त्या ज्यांनां आठवत तीं माणसें उत्तम स्मरणशक्तीचीं म्हणून गणलीं जात असतील; आणि अशा माणसांनां सुद्धां पुढें फार मागच्या गोष्टी धड आठवत नाहींशा झाल्या म्हणजे त्यांच्या बालवयांतल्या गोष्टी त्यांनांहि आठवणें शक्य नसे. उघडच आहे कीं, स्वतःच्या अनुभवांतल्या बालपणापासूनच्या सर्व गोष्टी आठवतात असा माणूस विरळा पहावयास सांपडतो. आणि मानवांच्या या स्मृतिदौर्बल्यामुळें आद्यकालीन माणसांचा भोंवतालचीं वयोवृद्ध माणसें अनंत काळापासूनच हयात आहेत असा समज दृढ होण्यास मदत होत असली पाहिजे.

आतां हा मुद्दा सिद्ध करण्याकरितां अधिक कारणें देत न बसलें तरी सुद्धां, आद्यकालीन माणसांनां स्वतःच्या देहाला स्वाभाविक रीत्या सृष्टिक्रमानेंच मरण खास यावयाचें असतें ही कल्पना प्रथम बराच काल झालेली नव्हती असें अनुमान काढण्यास कांहीं हरकत दिसत नाहीं. अर्थात् मनुष्याचें आयुष्य अमर्याद असतें असेंच त्यांनां वाटत असावें. फार काय, पण आपलेच कांहीं पिढ्यांपूर्वीचे पूर्वज आपण अमर आहोंत असें मानीत असत ही गोष्ट अक्षय तारुण्य प्राप्त करून देणाऱ्या जलाचा (अमृताचा) झरा शोधून काढण्याचे जे प्रयत्न त्या वेळीं चालू होते त्यांवरून दिसून येते. इतकेंच नव्हे, तर आपल्या या चालू काळांतला एक सृष्टिशास्त्रज्ञ असें प्रतिपादन करतो कीं, पक्षी अमर असून त्यांनां अपघातामुळें काय तें मरण येतें. तात्पर्य, प्रत्येक मनुष्याला विशिष्ट वयोमर्यादेनंतर आपोआप नैसर्गिक रीत्या मरण खास यावयाचें, ही कल्पना मानवजातीच्या मनाला अनेक पिढ्या मानवबुद्धीची वाढ झाल्यानंतरच हळू हळू पटत गेली असली पाहिजे; आणि तीसुद्धां सर्व शारीरिक रोग, व्याधी, व्यंगें केवळ दुष्ट शत्रूंच्या जादूमंत्रामुळें येतात ही समजूत नाहींशी झाल्यानंतर पटली असली पाहिजे. ऐतिहासिक काळांतल्या पण अगदीं आरंभींच्या मानवी समाजाबद्दलची आपणांस जी माहिती उपलब्ध आहे, तीवरून प्रागैतिहासिक काळाच्या अखेरी अखेरीला तरी ही कल्पना मानवांच्या मनाला पटली होती किंवा नाहीं याबद्दल शंका येते. पण जर ती पटलेली असली तर मात्र प्रागैतिहासिक मानवांनीं एक फारच महत्त्वाचा शास्त्रीय शोध लावला होता असें म्हटलें पाहिजे. याबरोबर ही गोष्टहि येथें सांगावीशी वाटते कीं, मनुष्यदेह अमर आहे ही कल्पना जर मनुष्य मर्त्य आहे या कल्पनेच्या अगोदरपासूनची आहे, तर प्राण अमर आहे ही त्यांची कल्पना असणें तर अधिकच स्वाभाविक दिसतें. देह अमर तर प्राण ('स्पिरिट्') अमर ही कल्पना पहिलीबरोबर सहजच येते; आणि जोंपर्यंत देह शाबूत आहे तोंपर्यंत त्यांतला आत्माहि कायम राहतो ही इजिप्शियन लोकांमधील कल्पना व मृत शरीर मसाले घालून सुरक्षित ठेवून देण्याची त्यांच्यामधील चाल यांच्या कारणांचा सहजच उलगडा होतो. पण हेंहि विवेचन जरा मुद्द्याला सोडूनच आहे. असो, प्रस्तुत मुद्द्यासंबंधानें इतकें सांगितलें म्हणजे पुरे आहे कीं, मनुष्याच्या मर्त्यपणाची कल्पना—जी कल्पना आजकाल सर्वांनां अत्यंत स्वाभाविक व जन्मसिद्ध वाटते ती—आपल्या आद्यकालीन पूर्वजांनां फार उशिरां आलेली असली पाहिजे.

प्रागैतिहासिक गणित, आणि सामाजिक भावना.—शरीरासंबंधाचा विचार पुरा करून मनासंबंधाचा विचार करूं लागल्यास येथें आपणांस असें कबूल करावें लागतें कीं, या क्षेत्रांतहि मानसशास्त्र, गणितशास्त्र व अर्थशास्त्र या शास्त्रांनां आधारभूत असलेली प्राथमिक माहिती आद्यकालीन मानवांनां होती. क्षुधा व क्षुधाशांति, प्रेम व द्वेष यांच्याशीं संबंध असलेल्या मानसिक संवेदना स्वतःच्या अन्तर्गत व्यापारांचें अवलोकन करण्याची जाणीव माणसाच्या बुद्धींत प्रथम उत्पन्न झाली तेव्हांपासून त्याच्या लक्षांत आलेल्या असल्या पाहिजेत. चार किंवा पांचपर्यंत संख्या मोजण्याचें सामर्थ्य तर पशुपक्ष्यांच्यां बुद्धींतहि असलें पाहिजे. कित्येक रानटी मानवजातींची प्रगति मात्र याच्या पुढें गेलेली आढळत नाहीं. तथापि सुधारणेच्या मार्गाला आपले जे आद्यकालीन पूर्वज लागलेले होते ते स्वतःच्या हातांपायांचीं बोटें मोजण्यास व त्यावरून भोंवतालच्या वस्तू पंचकड्यांनीं व दसकड्यांनीं मोजण्यास शिकलेले होते, यांत शंका नाहीं (प्रकरण ३ पहा). आतां त्याच्यापुढें आणखी प्रगति त्यांची किती झाली होती ह्याबद्दल येथें विवेचन करण्याचा प्रयत्न करण्याचें कारण नाहीं; परंतु ऐतिहासिक काळांत आरंभींच गणितशास्त्रांत जी बरीच प्रगति झालेली दिसते तीवरून प्रागैतिहासिक काळांत गणितासंबंधाचें ज्ञान अगदींच अल्प नसलें पाहिजे असें सहजच ठरतें. गणितांतील बेरीज व वजाबाकी यांच्या मूळ कल्पना खंडीभर पोरें सांभाळण्याचा भार वाहणाऱ्या मातांनां प्रथम आला असावा; आणि गुणाकार व भागाकार यांच्या कल्पना अगदीं आद्यकालीन समाजांत अल्प प्रमाणांत प्रत्यक्ष पदार्थांची देवघेव करतांना प्रथम माणसांनां होऊं लागल्या असतील, असें मानण्यास हरकत नाहीं.

राजकीय कल्पनांसंबंधानें विचार करतां असें दिसतें कीं, अगदीं प्रथम टोळ्या करून राहण्यास सुरुवात झाली तेव्हांपासून मालकीसंबंधाच्या कल्पना निघाल्या असल्या पाहिजेत. तसेंच समता आणि विषमता या दोन तत्त्वांचा उदय तेथपासूनच असला पाहिजे. प्रत्येक टोळींत इतर टोळ्यांहून कांहींतरी भिन्नता असणारच. ह्या भेदामुळेंच राजकीय भेद उत्पन्न होणें अपरिहार्य होतें. समजा एका टोळीनें शिकारीस

योग्य अशा एखाद्या भूभागाचा ताबा घेतला, व तेथें शेजारीं त्या टोळींतले लोक घरेंदारें करून राहूं लागले. अशा प्रदेशावर दुसऱ्या एखाद्या टोळीनें येऊन हल्ला केला कीं युद्ध सुरू होत असे, व त्यावरोवर मूळच्या टोळींतील सर्व लोक एकत्र जमून हल्ला करणाऱ्या टोळीशीं लढूं लागत. या गोष्टीवरून त्या टोळींतल्या लोकांत एकीची कल्पना व स्वतःच्या टोळीबद्दल हितबुद्धि उत्पन्न झालेली असल्याचें स्पष्ट दिसतें; व देशाभिमान या गुणाची हीच पहिली पायरी होय. परंतु एका टोळींत दुसऱ्या टोळीविरुद्ध लढतांना एकी झालेली असली तरी टोळींतील माणसांत आपसांत स्पर्धा, मत्सर व द्वेष हीं नसत असें नाहीं. उलट टोळींतील लोकांची संख्या जसजशी वाढत जाई तसतसे असले मनोविकार अधिकच बळावत जात. दोन किंवा अधिक इसम एकत्र आले कीं, त्यांपैकीं एक मुख्य व वाकीचे अंकित असा त्यांच्यामध्यें दर्जा उत्पन्न व्हावयाचाच. शारीरिक व मानसिक गुणांत न्यूनाधिक्य माणसांमाणसांत असतेंच, व त्यावरोवरच श्रेष्ठ व कनिष्ठ अशी विभागणी होते; आणि पुढें पुढारी अनेक होऊन त्यामुळें निरनिराळे पक्ष उत्पन्न होतात. नंतर त्या सर्वांमध्यें कोणता तरी एक पुढारी सर्वांवर जय मिळवितो, आणि इतर सर्वांवर अनियंत्रित किंवा इतर पुढाऱ्यांच्या सल्लयाप्रमाणें अधिकार चालवूं लागतो. राजनीतिशास्त्राचा हाच मूळ उगम होय.

कायद्याचें ज्ञान.—वर सांगितल्याप्रमाणें मानवप्राणी समाज बनवून राहूं लागले कीं, सर्वांची आपसांत एकी रहावी एतदर्थ समाजांतील व्यक्तींचे वैयक्तिक हक्कहि ठरविणें अवश्य असतें. रोजच्या जीवनक्रमांत लागणाऱ्या निरनिराळ्या वस्तू व हत्यारें यांच्यासंबंधानें वैयक्तिक मालकीचे हक्क मान्य करणें जरूर होतें. नाहींतर सामाजिक जीवनक्रमाला अवश्य असलेली आपसांतील एकीच नष्ट व्हावयाची. म्हणून समाजांतील दुर्बल इसमांचें बलिष्ठ प्रतिस्पर्ध्यांपासून संरक्षण करण्याकरितां कांहीं न्यायनिवाडा करण्याबाबतचे नियम—प्राथमिक कायदे—सर्वांच्या मतानें तयार झाले असले पाहिजेत. नीतिशास्त्राचा मूळ आरंभ अशा गोष्टींतून झालेला आहे. आद्यकालीन लोकांमधल्या न्यायनीतीसंबंधाच्या या प्राथमिक नियमांनां नीतिशास्त्र असें मोठें नांव देणें कोणाला अप्रयोजकपणाचें वाटेल; परंतु नीट विचार केला तर वरील विधानांत असंबद्धता नाहीं असें दिसून येईल. आधुनिक सुधारणेची भव्य इमारत वर सांगितलेल्या प्रकारच्या न्यायान्यायासंबंधाच्या मूळ तत्त्वांवरच उभारलेली आहे; आणि तीं मूळ तत्त्वें शास्त्रीय अनुमानपद्धतीनें—म्हणजे तींच तत्त्वें समाजाच्या उत्कर्षाला पोषक आहेत अशी अवलोकनानें व अनुभवानें खात्री झाल्यानंतर-ग्राह्य केलेलीं आहेत, याबद्दल शंका घेण्याचें कारण नाहीं. इतिहास वाचणारांनां वरील तत्त्वें न पाळणारे लोक व राष्ट्रें वारंवार आढळतात; पण कोणत्याहि कृत्याचा न्यायनिवाडा करतांना तरी वरील ध्येयस्वरूपी तत्त्वें प्रमाण मानण्यांत येतात.

प्रागैतिहासिक शास्त्रज्ञानाचीं व्यंगें.—वरील एकंदर वर्णनावरून असें दिसून येईल कीं, अलीकडे अनेक शास्त्रें मिळून विद्यादेवीची जी टोलेजंग भव्य इमारत उभारण्यांत आली आहे, तिचा मूळ पाया प्रागैतिहासिक काळांतील मानवजातीच्या ज्ञानानें व अनुभवानेंच घातलेला आहे. पूर्वीच्या काळांतील असंख्य पिढ्यांनीं ज्ञानाच्या बाबतींत कांहींच करून ठेविलें नसतें तर ऐतिहासिक काळांत जी सुधारणेची इतकी वाढ झालेली आहे तितकी झाली नसती. आद्यकालीन मानवांच्या मनावर निरनिराळ्या शास्त्रांतील प्राथमिक तत्त्वांचा संस्कार झालेला नसता तर अलीकडील नवे नवे शास्त्रीय शोध इतक्या लवकर लागले नसते. म्हणून आपल्या प्रागैतिहासिककालीन पूर्वजांनीं करून ठेवलेल्या शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतींतील कामगिरीबद्दल त्यांचा आपणांस योग्य शब्दांत गौरव करणें जरूर आहे. परंतु या बाबतींत न्यायाचा कांटा समतोल रहावा म्हणून या विषयाची दुसरी बाजूहि विचारांत घेतली पाहिजे. येथपर्यंत आद्यकालीन मानवांनां कोणत्या गोष्टी माहीत होत्या त्याचा हिशोब घेतला. परंतु शास्त्रीय रीत्या कार्यकारणमीमांसा किंवा उपपत्ति बसविणें यासंबंधानें त्यांनीं काय केलें याचें वर्णन फारसें आलें नाहीं. कारण तसा सृष्टिव्यापारांचीं कारणें शोधून काढण्याचा प्रयत्न म्हणजे अनुभव घेऊन नंतर त्यावरून सामान्य सिद्धान्त ठरविणें हा होय; व तसेंच सतत करीत राहिल्यानें खऱ्या शास्त्रीय ज्ञानाची प्रगति होत असते. परंतु ही सामान्य सिद्धान्त प्रस्थापित करण्याची मानवी मनाची प्रवृत्ति मर्यादेवाहेर जाण्याचा फार संभव असतो. हीच चूक आद्यकालीन मानवांच्या हातून घडली. त्यांनीं प्रत्यक्ष अवलोकन करून त्यावरून तर्कपद्धतीनें अनुमानें काढून सामान्य सिद्धान्त ठरविण्याचा प्रयत्न चालविला होता; पण आपली अनुमानपद्धति तर्कशास्त्रशुद्ध आहे कीं नाहीं, हें त्यांनीं प्रत्येक वेळीं लक्षपूर्वक पाहिलें नाहीं. आपलीं ज्ञानप्राप्तीचीं साधनें किती मर्यादित आहेत ही गोष्ट त्यांच्या लक्षांत आली नव्हती. कित्येक गोष्टींचे परिणाम सतत एकसारखेच होत असल्याचें पाहण्यांत आल्यावरून त्यांनीं त्यांच्या मधील कार्यकारणभाव निश्चित ठरविला. संनिकृष्ट कारणें समजल्यानंतर त्याच गोष्टींचीं विप्रकृष्ट कारणें शोधून काढण्याचा त्यांनीं यत्न चालविला. लहान वालकाप्रमाणें त्यांचें मन, ' असें कां ? ' असा प्रश्न सतत करीत राही व बालकाप्रमाणें उघड उत्तर मिळावें अशी त्यांची अपेक्षा असे. सृष्टींतील पंच महाभूतें त्यांनां त्रास देऊं लागलीं, वारा व पाऊस त्यांनां अडथळा करूं लागला आणि मेघगर्जना व वीज हीं त्यांच्या जिवावर संकट आणूं लागलीं. तेव्हां त्यांनां त्यांच्या मानवी शत्रूंचीच आठवण होऊन पंचमहाभूतांचा त्रास होण्यासहि कोणी अज्ञात पण दुष्ट चिद्रूप व्यक्ति कारण असावी असें वाटूं लागलें. शास्त्रीय ज्ञानाच्या कोणत्याहि क्षेत्रांत कार्यकारणपरंपरा लावीत गेलें

म्हणजे अखेर कारणरहित अशा कांहीं मूळ गोष्टी गृहीत धराव्या लागतात (म्हणजे स्पेन्सरचा अज्ञेयवाद स्वीकारावा लागतो). विद्युत् ही शक्ति काय प्रकारची आहे हा प्रश्न व त्याचप्रमाणें इतर अनेक अवघड शास्त्रीय प्रश्न आधुनिक काळांतील शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीमुळें सुटले आहेत; ते प्रश्न आद्यकालीन मानवांनां सोडवितां आले नव्हते. आणि आधुनिक पद्धतीप्रमाणें शास्त्रीय संशोधन करून ते प्रश्न सोडवीत बसण्याचा धिमेपणाहि त्यांनीं दाखविला नाहीं. सर्व शास्त्रीय प्रश्नांचीं उत्तरें मिळावीं अशी त्यांनां घाई झाली व तीं शोधून काढण्याचा त्यांनीं हव्यास धरला. हें आपलें विश्व अनेक अदृश्य शक्तींनीं भरलेलें आहे, या अदृश्य व्यक्ती माणसाप्रमाणेंच बोलतात चालतात, फक्त मानवाइतकें त्यांचें शक्तिसामर्थ्य मर्यादित नसतें. अशा तऱ्हेची दैवतकोटी आहे असें मानून सृष्टींतील सर्व चमत्कार या अदृश्य शक्ती घडवून आणतात असा उलगडा त्यांनीं लाविला. मनुष्याचें क्षणभंगुर जीवित पाहून तर अतिमानुष व्यक्तींच्या अस्तित्वाबद्दलची कल्पना मानवजातीला अधिकाधिकच पटत गेली. स्वतःच्या शरीरांत आत्मा म्हणून एक भाग असतो व तो शरीर मृत होतें त्या वेळीं त्यांतून बाहेर पडून स्वेच्छेनुसार परिभ्रमण करीत राहतो; अशा तऱ्हेच्या कल्पना आद्यकालीन मानवांनां तर्कशास्त्रशुद्ध आहेत असें वाटूं लागलें व या अदृश्य व्यक्ती पृथ्वीवरील सजीव माणसांच्या सुखदुःखाला कारण होतात अशी त्यांनीं ठाम समजूत करून घेतली. आपल्या बुद्धिमत्तेचा शास्त्रीय पद्धतीनें उपयोग करूनच सृष्टिव्यापारांचीं कारणें म्हणून त्यांनीं अदृश्य व सर्वशक्तिमान् अशा व्यक्तींचें आस्तिक्य प्रस्थापित केलें. हे सामान्य सिद्धान्त असंख्य पिढ्यांतील लोकांनां मान्य होत जातां जातां प्रागैतिहासिक काळांतच त्यांनां त्रिकालाबाधित अशा शास्त्रीय सिद्धांतांचें स्वरूप प्राप्त झालें. या सिद्धांताचा पुढें मानव जातीच्या मनावर इतका जबरदस्त पगडा बसला कीं, त्यांनां जन्मसिद्ध कल्पनांचें (इन्नेट आयडियाजचें) स्वरूप प्राप्त झालें. हे सिद्धांत ज्या गोष्टी अवलोकन करून ठरविले गेले होते, त्यांपैकीं बहुतेक गोष्टींचीं कारणें अगदीं निराळीं असल्याचें अलीकडील शास्त्रीय शोधांवरून सिद्ध झालें आहे. पण जुनी कारणपरंपराच सामान्य जनांच्या मनांत खिळून बसलेली असल्यामुळें तिचें उच्चाटन करण्याचें काम अत्यंत बिकट आहे. सर्व ठिकाणीं व सर्व कालीं असले चुकीचे परंपरागत सिद्धान्तच शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीला अत्यंत अडथळा करीत आहेत. मनुष्यगुणांचा अध्यारोप करून कल्पिलेलीं दैवतें आधारास घेऊन तत्त्वज्ञानासंबंधाच्या निरनिराळ्या पद्धती निघाल्या आहेत, या बहुतेक पद्धतींनीं आत्मा अविनाशी आहे हें तत्त्व स्वीकारलेलें आहे; इतकेंच नव्हे तर तत्त्वज्ञानाच्या क्षेत्रांतील देव, आत्मा इत्यादि गोष्टींसंबंधाचे धार्मिक व पवित्र प्रश्न चिकित्सक व संशयवादी शास्त्रीय संशोधकांनीं बिलकुल हातीं न घेतां तत्संबंधीं तत्त्वज्ञान्यांनीं पूर्वींच ठरवून ठेविलेले सिद्धान्त विनहरकत निमूटपणें मान्य करावे असाहि त्यांचा आग्रह आहे. परंतु वास्तविक पाहतां आत्मा व दैवतें यांचें आस्तिक्य सिद्ध करणारा अल्पहि असा पुरावा आज अस्तित्वात नाहीं किंवा पूर्वींहि नव्हता कीं जो शुद्ध शास्त्रीय संशोधनाच्या व शुद्ध तर्कशास्त्रपद्धतीच्या कसोटीस टिकेल. अशी वस्तुस्थिति आहे तरीहि कित्येक भोळ्या भाविकपणाच्या समजुती प्रागैतिहासिक काळांतील लोकांच्या मनांत जितक्या दृढ होत्या तितक्याच त्या चालू काळांतहि बहुजनसमाजाच्या मनांत खिळून बसलेल्या आहेत. ऐतिहासिक काळांतील लोकांवर प्रागैतिहासिक काळांतील पूर्वजांचे शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीच्या बाबतींत किती उपकार झालेले आहेत तें ठरवीत असतांना उपरिनिर्दिष्ट अहितकारक परिणामहि लक्षांत घेणें जरूर आहे.

प्रागैतिहासिककालीन शास्त्राचा इतिहास.—हा जो विचार आतांपर्यंत व्यक्त केला हा केवळ पशूंच्या आणि अत्यंत रानटी मनुष्यांच्या निरीक्षणावरून तयार झालेला आहे. त्याच्या पुढील इतिहास जमवावयाचा तो सामान्य वाङ्मयांतून काढावा लागेल आणि अनेक वास्तुरूप अवशेषांवरून काढावा लागेल.

यानंतर प्रत्येक संस्कृतींत शास्त्रीय ग्रंथ तयार झाले आहेत. कांहीं संस्कृती मरून गेल्या आणि कांहीं आजतागायत चालू आहेत. आज सर्व जगभर जी एक संस्कृति तयार होत आहे तिचा पाया यूरोपीय शास्त्रज्ञान होय आणि त्या ज्ञानाचा पाया अरबी व भारतीय ज्ञान होय. येणेंप्रमाणें देवघेवीचें चक्र एकसारखें चालू आहे. शास्त्रीय वाङ्मयाचा इतिहास द्यावयाचा म्हणजे सर्वच शास्त्रांची यथासांग माहिती द्यावयाची. ती यथाक्रम पुढें येईलच. येथें वाङ्मय आणि शास्त्र यांच्या संबंधाविषयीं एकच प्रश्न विवेचनास घेतों.

शास्त्रीय ग्रंथ आणि त्यांची वाङ्मय या दृष्टीनें योग्यता:—निबंधमालेंत विष्णुशास्त्रयांनीं "विद्वत्व आणि कवित्व" या नांवाचा महत्त्वाचा पण सत्य या दृष्टीनें थोड्या योग्यतेचा एक निबंध प्रसिद्ध केला, त्यांत विद्वत्व आणि कवित्व यांचा विरोध दाखविण्याचा प्रयत्न केला. त्यांतील मतें शास्त्रीबोवांच्या अस्सल भक्तांसहि मान्य झालीं नाहींत. तथापि फार खोल न जातां सहज मनांत येणारे विचार त्यांत चांगल्या तऱ्हेनें निदर्शित केले आहेत. विद्वत्ता आणि कवित्व यांचा विरोध शास्त्रीबोवांनीं दाखविला तोच शास्त्रज्ञता आणि कवित्व यांचा अनेक ठिकाणीं व्यक्त होतो. चांगला कवि शास्त्रज्ञ नसलाच पाहिजे असें नाहीं, तथापि शास्त्रज्ञतेच्या अभावीं कवित्व शक्य आहे असें शास्त्रज्ञ आणि कवि यांच्या वैयक्तिक योग्यतेकडे पाहून विधान करतां येईल. शास्त्रीय वाङ्मय आणि काव्य यांमध्येंहि विरोध शास्त्रज्ञ आणि कवि यांपेक्षा अधिक तीव्र आहे. आपल्याकडील शास्त्रीय वाङ्मय घेतलें तर तें फारच रूक्ष

आहे असें आढळून येईल. कवित्व आणि पद्यमयता यांचें भिन्नत्व कधीं कधीं दाखविण्यांत येतें. हें भिन्नत्व भारतीय पद्यमय शास्त्रीय ग्रंथांत फारच स्पष्ट होतें. भारतीय शास्त्रीय ग्रंथ पद्यमय जरी असले तरी त्यांस काव्य असें कोणी ह्मणणार नाहीं एवढेंच नव्हे तर त्यांची वाङ्मय या दृष्टीनें देखील मोठी योग्यता कोणी धरणार नाहीं ! आपल्याकडील शास्त्रीय विषयांवरचे ग्रंथ तर बरेचसे सूत्रमय आहेत. शिक्षकाच्या अभावीं तीं सूत्रें कशीं अभ्यासतां येणार ? पाणिनीच्या सूत्रांस ललितवाङ्मय कोण ह्मणेल ? श्रौतसूत्रें, गृह्यसूत्रें यांची कथा तशी जरी नाहीं तरी त्यांस आल्हादकारक वाङ्मय म्हणून कोणी वाचणार नाहीं. बादरायणाच्या सूत्रांच्या अर्थाविषयीं आणि संगतीविषयीं इतके मतभेद झाले कीं, त्यामुळें निरनिराळे संप्रदाय उत्पन्न झाले. शुल्वसूत्रें व गणितावरचे ग्रंथ समजण्यास काय मारामार पडते ! वाङ्मयापासून आल्हाद उत्पन्न व्हावयाच्या पूर्वी अवश्य असलेली क्रिया जी सहजावगमन, त्या बाबतींतच जर इतकी अडचण तर आल्हादाची गोष्ट दूरच. पाश्चात्य संस्कृतींत वाङ्मय आणि शास्त्र यांच्या सरहद्दीवरील विषय म्हटले म्हणजे सामाजिक, राजकीय आणि अर्थशास्त्रीय होत. म्याकिआव्हिलीचा "प्रिन्स" हा ग्रंथ, शास्त्र, तसाच वाङ्मय या दृष्टीनें देखील उपयोगी होतो. पण चाणक्याचा अर्थशास्त्रावरील प्रचंड ग्रंथ निवळ शास्त्र या दृष्टीनेंच वाचला पाहिजे. त्यांतील कांहीं भागांचा अर्थ अजून स्पष्ट झाला नाहीं.

आपल्याकडील हे जे शास्त्रीय ग्रंथ आहेत त्यांचें वाङ्मयापासून दूरक्रांत झालेलें स्वरूप शास्त्राच्या दृष्टीनें अयोग्य आहे असें मुळींच नाहीं. उलट नवशिके, तात्पुरतें लक्ष देऊन पांडित्य करूं पाहणारे अशा लोकांस दूर ठेवण्यास योग्य असेंच शास्त्रीय ग्रंथांचें स्वरूप आहे. पारिभाषिक शब्दांनीं विवेचन थोडक्यांत व अधिक सूक्ष्म होतें. तथापि शास्त्रज्ञ आणि सामान्य वाचक यांस जोडणारें देखील वाङ्मय पाहिजे. आपल्याकडील नृत्यविषयक किंवा नाट्यविषयक वाङ्मय हें केवळ तज्ज्ञवाङ्मय आहे, सामान्यजनवाङ्मय नाहीं. पाश्चात्य संस्कृतींत बरेंचसें शास्त्रीय वाङ्मय हें लौकिक वाङ्मय आहे. पाश्चात्यांत शास्त्र आणि वाङ्मयता यांचा विरोध बराच आहे, आणि आहे त्यापेक्षां विरोधाचा बभ्रा अधिक आहे.

पाश्चात्यांतील शास्त्रज्ञ, आणि त्यांच्या लेखांचें वाङ्मयस्वरूप, आणि वाङ्मयोत्पादकांचें शास्त्रज्ञानः—शास्त्रीय विद्वानांचे ग्रंथ खुद्द शास्त्र या विषयाइतकेच रुक्ष, नीरस आणि ओबडधोबड भाषेंत केवळ सत्यासत्य गोष्टी लिहिलेले असे असावयाचे असें वाटतें. तथापि एक शतकापूर्वी लेखक म्हणून प्रसिद्ध असलेला आणि आजकाल तर भाषाकौशल्यपटु म्हणून गणला जाणारा बूफां हा व्यवसायदृष्ट्या भौतिकशास्त्रज्ञ होता. त्याच्यापेक्षांहि अधिक प्रचंड आणि त्याचा समकालीन असा फ्रान्सचा लेखकशिरोमणि व्होल्टेर यालाहि बडा शास्त्रज्ञ म्हणून मिरविणें कमीपणाचें वाटत नसे. तसाच इटालियन भाषेंतील जगद्विख्यात कवि डँटे हा तत्कालीन शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रत्येक शाखेमध्यें माहितगार होता. शेक्सपियरच्या तोडीच्या थोडक्या इंग्रजी लेखकांपैकीं एक कवि जो कीट्स त्यास वैद्यकीच्या धंद्याचें शिक्षण मिळालेलें होतें. गद्य व पद्य या दोन्ही प्रकारच्या लेखनांत सुबोधतेच्या गुणाबद्दल प्रसिद्ध असलेला कवि गोल्डस्मिथ हा धंदेवाला वैद्यच होता. शिलर हा जर्मनीचा दुसऱ्या नंबरचा म्हणून गणला जाणारा कवीहि त्याच धंद्यांतला होय; आणि जर्मन भाषेंतला अग्रगण्य लेखक, अद्वितीय कवि गोएटे, ज्याच्या अलौकिक बुद्धिसामर्थ्यानें, "जर्मन भाषेला वाङ्मय निर्माण करण्याचें साधन या अर्थानें नवा उच्च दर्जा प्राप्त करून देण्यांत आला" त्या गोएटेनें ज्याला वाङ्मय म्हणतां येईल अशी एक ओळहि जरी लिहिली नसती तरी त्याचें नांव शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांतील एक संशोधक या नात्यानें चिरकाल स्मरणांत राहण्यासारखी कामगिरी त्यानें केलेली आहे. अमेरिकेकडे वळलें तरी तेथें आपणांस असें आढळून येतें कीं, युनायटेड स्टेट्सनां ब्रिटिश साम्राज्याच्या वसाहतींचें स्वरूप होतें त्या वेळच्या सुप्रसिद्ध लेखकांपैकीं एक बडा लेखक फ्रँक्लिन हा शास्त्रज्ञ ह्मणूनहि तितक्याच मोठ्या योग्यतेला चढलेला होता; तसेंच नंतरच्या काळांतल्या कवींपैकीं अत्यंत मनोहर कविता लिहिणारा जो होल्मस् याचा मूळ द्रव्यार्जनाचा धंदा वैद्यकी हा असून शारीरशास्त्रांत तर तो विशेष प्रवीण होता.

यासंबंधानें आणखी उदाहरणें हुडकीत न बसतां उपर्युक्त सुप्रसिद्ध उदाहरणांवरून इतकें दिसून येण्यासारखें आहे कीं, जिला मनाची शास्त्राध्ययनोपयोगी ठेवण असें म्हणतात ती आणि काव्यालंकारमय भाषा लिहिण्याची माणसामधील शक्ति यांच्या मध्यें अवश्य विरोध असला पाहिजे असें नाहीं. तथापि हा कोटिक्रम सरसहा लागू करतां कामा नये. शास्त्रीय ज्ञान या शब्दाचा व्यापक अर्थ घेऊन त्याखालीं येणारें सर्व अवाढव्य शास्त्रीय लिखाण मर्यादित अर्थाच्या वाङ्मय ह्या शब्दाच्या व्याख्येखालीं शब्दांची कितीहि ओढाताण केली तरी आणणें शक्य नाहीं. सर्वसाधारणपणें सर्व शास्त्रलेखक वर सांगितल्याप्रमाणें रुक्ष, नीरस भाषाच लिहितात. लेखनविषयावरून लेखकाची भाषापद्धति ठरत असते, आणि शास्त्रज्ञ मनुष्य म्हटला म्हणजे तो बोलून चालून रुक्ष शास्त्रीय सत्यांच्या पाठीस लागलेला इसम होय. चांगलें उच्च-वाङ्मय-लेखनकौशल्य असलेले इसमहि शास्त्रीय विषयांनां वाहून घेतलेले कोठें कोठें आढळतात. परंतु तेवढ्यानें पुष्कळसे शास्त्रज्ञ पूर्णपणें लेखनकौशल्यशून्य असतात हीं वस्तुस्थिति झांकून जाणें शक्य नाहीं. इतकेंच नव्हे तर शास्त्रीय वाङ्मयामध्यें उच्च दर्जाचे म्हणून मानले जाणारे बहुतेक ग्रंथ त्यांतील भाषापद्धतीपेक्षां त्यांतील विषयामुळेंच महत्पद पावलेले आहेत; त्यांनां भाषासौंदर्याचे नमुने म्हणून कोणींच मानीत नाहीं.

शास्त्रीय ग्रंथांची चिरकालता व वैज्ञानिक इतिहासांत महत्त्व.—अशा प्रकारच्या पुस्तकांची, त्यांत कमजास्त प्रमाणांत दिसून येणारा भाषाकौशल्याचा गुण बिलकुल लक्षांत न घेतांहि आधुनिक जगांतील श्रेष्ठतम ग्रंथांत गणना करणें भाग आहे. कारण त्यांनीं जगांतील एकंदर विचारप्रगतीवर, इतकेंच नव्हे तर प्रत्यक्ष जागतिक सुधारणेच्या कार्यावर फार परिणाम घडवून आणलेला आहे. उदाहरणार्थ, आरिस्टॉटलचे निरनिराळ्या शास्त्रीय विषयांवरील लेख शास्त्रीय ज्ञानाच्या बहुधा प्रत्येक शाखेवर अत्यंत प्रमाणभूत म्हणून आरिस्टॉटलनंतरच्या सुमारें शंभर पिढ्यांतील त्याच्या अनुयायांकडून मानले जातात. टॉलेमीचे **आल्माजेस्ट व जॉग्रफिया,** आणि थोरल्या प्लीनीचा **नॅचरल हिस्ट्री** (भौतिक शास्त्रें) हे ग्रंथहि, ॲरिस्टॉटलच्या मतांशीं विरोध नाहीं अशा सर्व बाबतींत, त्या त्या ज्ञानक्षेत्रांत अखेरचा निर्णय देणारे म्हणून एक हजार वर्षें गणले जात होते. कोपर्निकसचा "रेव्होल्यूशनिबस ऑर्बियम सीलेश्चियम्" यानें तर विश्वरचनेच्या बाबतींतील परंपरागत मान्य मतांमध्यें, व या विश्वरचनेमध्यें पृथ्वीचें महत्त्व किती या संबंधाच्या कल्पनेमध्येंहि प्रत्यक्ष क्रांतीच घडवून दिली. न्यूटनच्या "प्रिन्सिपिया" या ग्रंथानें आकाशांतील गोलांची परस्परांशीं यंत्रासारखी व्यवस्थित जुळणी स्पष्टपणें समजावून देऊन अखिल मानवजातीला आश्चर्यचकित करून सोडलें.

लापलासच्या 'मेकानिक सेलेश्ती' व "सिस्टिम डु मॉंड" या ग्रंथांनीं तेजोमेघसिद्धान्तविषयक उपपत्ति (नेब्युलर हायपॉथिसिस) पुढें मांडून विश्वाच्या उत्पत्तीसंबंधाचें कोडें प्रथम उलगडून सांगितलें.

पृथ्वीच्या पोटांतील निरनिराळ्या थरांच्या उत्पत्तीसंबंधाचें ज्ञान मनुष्यजातीला अस्पष्टपणें सुद्धां नव्हतें. तें प्रथम जेम्स हटन या लेखकाच्या "रेव्होल्यूशन्स ऑफ दी ग्लोब" या ग्रंथानें करून दिलें. त्यानें जे सिद्धान्त पुढें मांडले, त्यांच्या योगानें आपल्या या भूगोलाच्या वयोमर्यादेसंबंधाच्या पूर्वापार चालत आलेल्या कल्पना पूर्णपणें बदलून टाकल्या. हटनचेच सिद्धान्त लायेलनें अधिक व्यापक करून व सुधारून स्वतःच्या "प्रिन्सिपल्स ऑफ जीऑलजी" या नांवाच्या ग्रंथांत पूर्ण सविस्तरपणें वर्णन केलेले आहेत.

आपल्या या पृथ्वीच्या पाठीवर वस्ती करून राहिलेल्या अनेकविध प्राणिमात्रांच्या पिढ्यांसंबंधानें, त्यांच्या पूर्वकालीन अस्तित्वासंबंधानें, पृथ्वीच्या पोटांत इतस्ततः सांपडणाऱ्या अवशेषांखेरीज दुसरा यत्किंचित् पुरावा नसतांहि, कूव्हिएनें आपल्या "ऑसिमेंटा फॉसिल्स" या ग्रंथांत त्यांची प्रथम कल्पना आणून दिली. प्राणिमात्रांच्या या निरनिराळ्या जातींच्या उत्पत्तींचीं कारणें प्रथम लामार्कनें १८०९ मध्यें पुढें मांडलीं व त्यानंतर अर्ध्या शतकानेंच डार्विननें आपल्या "ओरिजिन ऑफ स्पीशीज" या ग्रंथांत त्याची अधिक समाधानकारक अशी उपपत्ति लावून दिली.

याप्रमाणें ज्ञानात्मक वाङ्मयांतील प्रसिद्ध प्रसिद्ध ग्रंथांची ही सहज सुचलेली यादी आहे. यांपैकीं प्रत्येक ग्रंथ नवशककर्ता होता असें म्हणण्यास हरकत नाहीं; आणि ज्ञानाची प्रगति करण्याच्या कामीं त्यांनीं जें साहाय्य केलें आहे, तें लक्षांत घेतां या ग्रंथांचीं नांवें अजरामर होऊन राहणार याबद्दल बिलकुल शंका वाटत नाहीं. तथापि त्यांमध्यें ऊहापोह केलेल्या प्रश्नांचें स्वरूपच असें आहे कीं त्यांपैकीं कांहीं ग्रंथ सुशिक्षित असलेल्या लोकांपैकीं सुद्धां बहुतेकांच्या दृष्टिपथांत येणें शक्य नाहीं. उदाहरणार्थ 'प्रिन्सिपिया' आणि 'मेकॅनिक सेलेश्ती' वास्तविक गणितविषयक आहेत, आणि त्यामुळें वाचनप्रेमी अशा सर्व लोकांचा, एक लहानसा विभाग खेरीज करून, कोणालाहि अर्थबोध होणार नाहीं असे आहेत. उलट पक्षीं, पृथ्वीच्या पोटांतील थरांची उत्पत्ति व निरनिराळ्या सेंद्रिय जीवांचा विकास हे विषय शास्त्रीय असूनहि अशा प्रकारचे आहेत कीं, तद्विषयक शास्त्रीय ग्रंथांत सुंदर मनोहर भाषा वापरणें अगदीं सुलभ असतें. अशा ग्रंथांपैकीं कांहींचा इतिहास पाहिल्यास त्यावरून असें स्पष्ट तात्पर्य निघतें कीं, अत्यंत पारिभाषिक शब्दयोजना करणाऱ्या शास्त्रीय लेखकांनां सुद्धा भाषाकौशल्याची पुष्कळ मदत होते. उदाहरणार्थ, हटननें लिहिलेल्या ग्रंथाचा विषय अद्भुत असूनहि त्याच्या बोजड व नीरस भाषापद्धतीमुळें त्या ग्रंथाला वाचक फारच थोडे मिळाले. प्लेफेयर तो ग्रंथ बहुतेक पुन्हां लिहून काढीपर्यंत त्यांतील माहिती बहुतेक अज्ञात स्थितींतच पडलेली होती. पुढें तोच विषय जेव्हां लायेलनें हातीं घेतला तेव्हां वास्तविक त्या विषयांत एका सबंध पिढीच्या ज्ञानाची अधिक भर पडली होती; पण लायेलनें आपल्या "प्रिन्सिपिया" या ग्रंथांत घातलेल्या नवीन ज्ञानाच्या भरतीपेक्षां त्या ग्रंथांतील सुस्पष्ट व मनोहर लेखनशैलीमुळेंच लोकांचें लक्ष या नव्या भूस्तरशास्त्राकडे अधिक वेधलें. चित्ताकर्षक भाषा वापरणें हें काम किती कठिण आहे, पण त्याबरोबरच तें किती स्पृहणीय आहे या दोन्ही गोष्टी लायेलनें उघडपणें पुढें मांडल्या. आणि सुलभ मनोहर भाषा लिहिण्यांत त्याला जें यश आलें त्यामुळेंच त्यानें पुढें मांडलेल्या अगदीं क्रांतिकारक तत्त्वांनां त्याच्याच पिढींकडून मान्यता मिळाली. नाहींतर ती मान्यता आणखीहि बराच काळ मिळाली नसती.

डार्विनच्या "ओरिजिन् आफ् स्पीशीज" या ग्रंथाच्या लोकप्रियतेलाहि बऱ्याच अंशीं त्यांतील भाषाकौशल्यच कारणीभूत झालेलें आहे. हा ग्रंथ म्हणजे त्याच्या कर्त्यानें वीस वर्षें सतत परिश्रमानें मिळविलेल्या अवाढव्य माहितीचा केवळ थोडक्यांत गोषवारा असल्यामुळें तो अथपासून तच्छास्त्रविषयक माहितीनें ओतप्रोत भरलेला आहे, आणि म्हणून तो वाचावयाला सुलभ मनोहर असेल अशी अपेक्षाच करितां येत नाहीं. असे असूनहि लेखनाच्या कौशल्यामुळें तो ग्रंथ वाङ्मयांत मोडेल असा झाला आहे.

या ग्रंथासंबंधानें प्रोफेसर हक्सले ह्मणत असे कीं, तो ग्रंथ पुनःपुनः वाचतांना प्रत्येक वेळां पूर्ववाचनाच्या वेळीं नजरेंतून गळालेल्या अशा नव्यानव्या गोष्टी मनावर ठसतात; आणि डार्विनच्या अगदीं पट्टशिष्याला जर ही अशी कबुली द्यावी लागली तर पुस्तकांतील सर्व माहिती पूर्णपणें एखाद्यानें अवगत करून घेतली असा एकहि वाचक असणें फार मुष्किलीची गोष्ट आहे. तथापि या ग्रंथांतील माहिती इतक्या व्यवस्थितपणानें व कुशलतेनें पुढें मांडलेली आहे कीं, वाचकाच्या मनावर ग्रंथकर्त्याचे उद्दिष्ट सिद्धांत स्पष्ट व निःसंदिग्धपणानें ठसल्यावांचून रहात नाहींत. असें आहे तरी हें कबूल केलें पाहिजे कीं, या ग्रंथांतली माहिती एखाद्या अधिक कुशल लेखकाला अधिक चांगली मनावर ठसेल अशा रीतीनें मांडतां आली असती. कोपर्निकसचे क्रांतिकारक सिद्धांत गॅलीलिओनें आपल्या "डायलॉग्ज" या ग्रंथांत जरी बऱ्याच कुशलतेनें पुढें मांडले आहेत, तरी तीच माहिती हक्सलेनें आपल्या "मॅन्स प्लेस इन नेचर" निबंधांत अत्यंत कौतुकास्पद अशा सुलभभाषापद्धतीनें लिहून प्रसिद्ध केल्यामुळेंच डॉर्विनच्या इतकेच क्रांतिकारक असलेले हे कोपर्निकसचे सिद्धांत लोकांत लवकर प्रसार पावले. शिवाय या कार्यांत हक्सले एकटाच नसून त्याच्या मदतीला दुसऱ्या एका शास्त्रांतला विद्वान् व भाषासौंदर्यशास्त्राच्या दृष्टीनें अधिक कुशल लेखक पुढें आला. उत्तम इंग्रजी भाषा लिहिणारा या अर्थानें प्रस्तुत लेखक जो प्रोफेसर टिंडाल त्याशीं त्याच्या पिढींतील शास्त्रज्ञ लेखकांमध्यें कोणीच तुल्य नव्हता असें ह्मटलें तरी चालेल. टिंडालचे ग्रंथ व त्याचप्रमाणें हक्सलेचे ग्रंथ, अत्यंत अवघड शास्त्रीय विषयहि किती सुलभमनोहर भाषेंत लिहिणें शक्य आहे, यासंबंधाचे उत्कृष्ट नमुने आहेत. त्यांनीं आपल्या निबंधांत दिलेली सर्व माहिती सारख्या योग्यतेची आहे असें मुळींच नाहीं. त्यापैकीं बरीचशी माहिती वादग्रस्त स्वरूपाची अतएव तात्कालिक महत्वाचीच आहे. तरीपण या त्यांच्या लेखांपैकीं बराचसा भाग, विशेषतः "हीट ॲज ए मोड ऑफ मोशन" हें टिंडालचें पुस्तक, व त्याचप्रमाणें हक्सलेचीं अनेक लोकप्रिय व्याख्यानें वाङ्मयाचे उत्कृष्ट नमुने ह्मणून वाचकांनां बराच काल मोहित करीत राहतील अशी आशा वाटते.

तथापि या पुस्तकांची लोकप्रियता यावच्चंद्रदिवाकरौ टिकेल अशी आशा करणें व्यर्थ आहे; शिवाय एकदोन पिढ्यांनंतर त्यांतील माहितीला तर ऐतिहासिक महत्वाखेरीज इतर कोणतेंहि महत्त्व उरणार नाहीं. प्रथमप्रसिद्धीच्या काळांत हे ग्रंथ शास्त्रीय वाङ्मयांत श्रेष्ठ प्रतीचे ह्मणून मानले गेले, व पुढेंहि ते तसेच मानले जातील; परंतु विषयाचें व माहितीचें नाविन्य जसजसें कमी होत जाईल तसतशी त्यांची लोकप्रियता कमी होत जाणार हें उघड आहे. अशा प्रकारच्या पूर्वकालीन पुस्तकांचा इतिहास पाहिल्यास वरील चिरकालतेविषयीं प्रतिकूल भाकिताच्या सत्यतेविषयीं फारशी शंका उरत नाहीं. उदाहरणार्थ, कवि व शास्त्रज्ञ असलेला जो डेव्ही त्याच्या निबंधांनीं १९ व्या शतकाच्या आरंभींच्या काळांतील इंग्रजी भाषा बोलणारांनां फार मोहून टाकलें होतें; किंवा त्यानंतर १८७९ च्या सुमारास ॲरॅगो याच्या सहजसुंदर लेखांनीं फ्रान्सची सर्व राजधानी हलवून सोडली होती हें खरें आहे; तथापि इतकीं लोकप्रिय असलेलीं हीं पुस्तकें आजकाल पुस्तकांच्या कपाटांतून केवळ धूळ खात पडलेलीं आढळतात.

शास्त्रीय विषयावरील सर्व पुस्तकांची अखेर गत हीच व्हावयाची; कारण अशा पुस्तकांची भाषा कितीहि सुंदर असली तरी त्यांचें महत्व मुख्यतः त्यांत दिलेल्या शास्त्रीय माहितीपुरतेंच असतें. उलट पक्षीं काव्य, नाटक व गोष्टी या विषयांवरील वाङ्मयांत मनुष्यस्वभावांत दिसून येणाऱ्या कित्येक अत्यंत महत्त्वाच्या मनोविकारांसंबंधानें वर्णन असल्यामुळें व असल्या मनोविकारांच्या स्वरूपांत केवळ कालगतीमुळें फरक होण्याचा फारच थोडा संभव असल्यामुळें अशीं पुस्तकें पिढ्यानुपिढ्या लोकरंजनाचें काम सारख्या प्रमाणांत करीत राहणार हें उघड आहे. पतंजलीपेक्षां कालिदासाची लोकप्रियता आणि चिरकालत्व यामुळेंच आहे. केवळ शास्त्रिय माहिती देणारीं पुस्तकें थोड्याफार अवधीनें मागें अज्ञात स्थितींत पडल्यावांचून कधींहि रहावयाचीं नाहींत हें निश्चित आहे.

विज्ञानेतिहासग्रंथांची चिरकालता.— शास्त्रीय वाङ्मयाच्याहि कित्येक शाखा अशा आहेत कीं, तच्छाखीय ग्रंथ कालरूपी मृत्यूच्या जबड्यांतून वांचून कायमचे जिवंत राहूं शकतात. उदाहरणार्थ, शास्त्रीय ज्ञानाचे इतिहास हे ग्रंथ सामान्य राजकीय इतिहास या ग्रंथांहून निराळ्या स्वरूपाचे असतात. ह्मणजे, ह्यूएलचा "हिस्ट्री ऑफ दी इंडक्टिव्ह सायन्सेस," कूव्हिएचा तत्कालीन शास्त्रीयप्रगतीचा इतिहास, ड्रेपरचा "हिस्ट्री ऑफ दी कान्फ्लिक्ट बिट्वीन रिलिजन ॲंड सायन्स" व व्हाइटचा याच युद्धावरील त्यानंतरचा ग्रंथ, इत्यादि ग्रंथ आणि ॲरॅगो, हक्सले व टिंडाल यांसारख्या लेखकांचे अनेक इतिहासात्मक निबंध या सर्वांची वाङ्मयांतील योग्यता गिबन किंवा मॉमसेन यांच्या ग्रंथांची योग्यता ठरविण्याच्या दृष्टीनें मापली पाहिजे. शिवाय शास्त्रीय वाङ्मयाची आणखी एक अगदीं निराळी शाखा असून या शाखेंतले ग्रंथहि फार महत्त्वाचे असतात. हे ग्रंथ ह्मणजे सृष्टिविज्ञान (नॅचरल हिस्ट्री) व तत्संबंधीं इतर विषय, या विषयांवरील होत. अशा ग्रंथांत ग्रंथलेखकांनीं सृष्ट वस्तूंचें स्वतः निरिक्षण करून वर्णन दिलेलें असल्यामुळें त्या माहितीच्या बिनचूकपणाबद्दल फारशी शंका घेण्याचें कारण नसतें. अशा ग्रंथांपैकीं ऐझॅक वॉल्डनचा 'कंप्लीट ॲंगलर' हा ग्रंथ, गिलबर्ट व्हाइटचा पक्षी, प्राणी व सर्प यांची माहिती देणारा "नॅचरल हिस्ट्री ऑफ सेलबोर्न" हा ग्रंथ, इमर्सनचा मित्र थोरो याचीं पुस्तकें, जॉन मूरचे निबंध वगैरे प्रसिद्ध होत. हे सर्व फारच सुंदर

लेखक, फार काय, प्रत्यक्ष गद्यकाव्यलेखक असून त्यांनीं सृष्टिनिरीक्षण स्वतः करून वर्णनें दिलेलीं असल्यामुळें काव्य-नाटकादि ग्रंथांप्रमाणें हे ग्रंथ चिरकाल आनंददायकच राहतील; कारण ते वनांतील सृष्टिसौंदर्य मनश्चक्षूपुढें हुबेहुब उभें करतात. बूफॉंचा निसर्गेतिहासावरील ग्रंथ व विल्सन व ऑड्युबॉन यांचे "ऑर्निथालाजीज" हे ग्रंथहि वरच्याप्रमाणेंच चित्तवेधक असून शास्त्रीय संशोधनाला मूलभूत माहिती पुरविणारे या नात्यानें त्यांची उपयुक्तता कमी झाल्यानंतरहि ते पुष्कळ काळ लोकप्रिय राहतील यांत शंका नाहीं.

अशा ग्रंथांनां एक प्रकारचें चिरकालिक महत्त्व आहे, व तें त्यांतील लेखनपद्धतीमुळें आहे. तथापि उच्च प्रतीच्या वाङ्मयांत पहिल्या नंबरचा दर्जा या ग्रंथांनां केव्हांहि मिळणें शक्य नाहीं. खोल, गहन मनोविकार उद्दीपित करण्याचें सामर्थ्य त्यांच्यामध्यें असणें शक्य नाहीं. जगांतील थोर दर्जाचें वाङ्मय निर्माण करण्याच्या कामीं शास्त्रीय ज्ञानाची मदत होते ती या ग्रंथांनीं नव्हे. फार काय पण ही मदत प्रत्यक्ष अशी होतच नसते; तर शास्त्रीय ज्ञानाची उत्कृष्ट वाङ्मय निर्माण करण्याच्या कामीं होणारी मदत सर्व अप्रत्यक्ष स्वरूपाची असते.

जगांत वाङ्मय निर्माण होऊं लागलें तेव्हांपासून पाहिलें तरी असें आढळून येतें कीं, उत्कंठेनें लेखनपटू लोक आपआपल्या काळांतील सर्व शास्त्रीय ज्ञान अवगत करून घेऊन त्याचा उत्कृष्ट ग्रंथ लिहितांना उपयोग करीत असतात. शेक्सपियरचीच गोष्ट घ्या. शेक्सपियरकृत नाटकांच्या प्रत्येक वाचकाला हें माहीत आहे कीं, त्याच्या नाटकांत जागोजाग शास्त्रीय सत्यांचा निर्देश केलेला आढळतो. फार काय, पण शेक्सपियर व बेकन या दोन निरनिराळ्या व्यक्ती नसून एकच व्यक्ति होती असाहि वाद मध्यंतरीं उत्पन्न करण्यांत आलेला होता. त्यावरून काय सूचित होतें ? या बाबतींत आणखी उदाहरणें देत न बसतां आपणांस असें विनदिक्कत म्हणतां येईल कीं, जितका ललितवाङ्मयांत ग्रंथकार अधिक थोर योग्यतेचा तितका त्याच्या काळांतील शास्त्रीय ज्ञानाशीं त्याचा परिचय अधिक असावयाचा. परंतु याचा अर्थ असा मात्र नाहीं कीं, चांगलें वाङ्मय निर्माण करणाराला शास्त्रीय ज्ञान अवश्य असलेंच पाहिजे; कारण जे उत्कृष्ट लेखक असतात ते प्रत्येक प्रकारचें मानसिक अन्न—ज्ञान—अत्यंत उत्कंठेनें ग्रहण करीत असतात. तथापि कोणत्याहि लेखकाला त्याचें शास्त्रीय ज्ञान जितकें अधिक असेल तितकी उत्कृष्ट ललितग्रंथ निर्माण करण्याच्या कामीं अधिक मदत होते, याबद्दल शंका नाहीं. कित्येक वेळां कांहीं मोठाल्या ग्रंथकारांनीं ही गोष्ट स्वतःच कृतज्ञतापूर्वक कबूल केलेली आहे. उदाहरणार्थ, कोलिरिज उपमारूपकादि अलंकारांचा सांठा वाढावा म्हणून डेव्ही नामक शास्त्रज्ञाची रसायनशास्त्रविषयक व्याख्यानें ऐकण्यास मुद्दाम जात असे, असें त्यानें स्वतःच उघड बोलून दाखविलेलें आहे. इमर्सनला सुद्धां असल्या प्रकारच्या मदतीची जाणीव असलीच पाहिजे. त्याचे ग्रंथहि त्याच्या पिढींतील शास्त्रीय ज्ञानाच्या उल्लेखांनीं जागोजाग भरले आहेत. टेन नामक लेखकानेंहि स्वतः अशी गोष्ट नमूद करून ठेविलेली आहे कीं, त्यानें स्वतःचा लेखनव्यवसाय कांहीं काळ बाजूला ठेवून वैद्यकशास्त्राचा अभ्यास करण्यांत कित्येक वर्षें घालविलीं. कारण प्रत्येक लेखकाला निदान एका शास्त्रशाखेचें तरी चांगलें ज्ञान असणें अवश्य आहे व अज्ञान रसहानिकारक आहे, असें त्याचें मत होतें.

तथापि, उपर्युक्त लेखकांनीं व शास्त्रीय ज्ञानाकडे कल असलेल्या अशाच प्रकारच्या बऱ्याचशा लेखकांनीं आपल्या ग्रंथांत केलेला स्वतःच्या शास्त्रीय ज्ञानाचा उपयोग कमी प्रतीचाच होय. यापेक्षांहि अधिक महत्त्वाचा शास्त्रीय ज्ञानाचा उपयोग काव्यग्रंथांत होय. असा उपयोग किरकोळ लहानसान काव्यांतूनच नव्हे तर जगांतील श्रेष्ठ म्हणून नांवाजलेल्या महाकाव्यांतहि आढळतो. उदाहरणार्थ, १४ व्या शतकामध्यें टॉलेमीच्या ज्योतिषशास्त्रविषयक सिद्धांतांच्या आधारावर रचलेलें शास्त्रीय ज्ञान डांटे कवीला पूर्णपणें माहीत होतें; आणि त्या जगविख्यात कवीनें "दैवी नाटक" नामक आपल्या महाकाव्यांतील संविधानकाला त्याच माहितीचा आधार घेतलेला आहे. पण टॉलेमीचे ज्योतिषशास्त्रविषयक सिद्धान्त चुकीचे असल्याचें त्यानंतर लवकरच ठरलें. पुढें १६ व्या शतकांतलें शास्त्रीय ज्ञान मिल्टन या महाकवीला माहीत होतें, आणि त्यानें आपल्या "पॅराडाईज लॉस्ट" या महाकाव्यांतील संविधानकाची उभारणी त्या शास्त्रीय माहितीवर केलेली आहे. पण मिल्टननें हेंच आपलें काव्य हटन, लामार्क, कूव्हिए, लायल व डार्विन यांनीं विश्वोत्पत्तीसंबंधाचीं आपलीं शास्त्रीय मतें व सिद्धांत पुढें मांडल्यानंतर रचलें असतें, तर त्यामधील कित्येक सर्गांचें स्वरूप किती आमूलाग्र बदललें असतें हें लक्षांत घेतल्यास शास्त्रीय ज्ञानाचा काव्यरचनेवर किती मोठा परिणाम होत असतो हें स्पष्ट दिसून येईल. मिल्टनला १६ व्या शतकांत उपलब्ध असलेलें सर्व शास्त्रीय ज्ञान अवगत होतें. पण विश्वोत्पत्तीसंबंधाचें त्या काळांतलें ज्ञानच अगदीं अल्प व चुकीचें होतें. साध्या ज्ञानेंद्रियांच्या आटोक्याबाहेर असलेलें, केवळ सूक्ष्मदर्शक यंत्रें व दुर्बिणी अशा यांत्रिक साधनांनीं उपलब्ध होणारें विश्वांतील अनेक सूर्यमंडलांचें व परमाणूंचें शास्त्रीय ज्ञान; तसेंच विश्वाची उत्पत्ति, सचेतन जीवांची उत्पत्ति, खुद्द मनुष्य प्राण्याची उत्पत्ति व मनुष्याच्या बौद्धिक व्यापारांचा आधारस्तंभ जो मेंदू यांचें ज्ञान; तसेंच मानवजातीच्या चालीरीती, मनोविकार, भोळ्या समजुती, धार्मिक कल्पना यांचें चिकित्सात्मक ज्ञान; या सर्व गोष्टींचें शास्त्रीय ज्ञान १९ व्या शतकांत अगदीं अखेरीस उपलब्ध झालेलें आहे. हें अगदीं अलीकडील शास्त्रीय ज्ञान माहीत करून घेतलेला असा एखादा भावी मिल्टन नवेंच महाकाव्य निर्माण करून त्यांत सेंद्रिय जीवांचा विकासवादानुसार

पृथ्वीच्या पाठीवर कसा अवतार होत गेला याचें उत्तम शब्द-चित्र रंगवील. परंतु अशा प्रकारचीं काव्यरूपी चित्रें रंगवण्यास साधनसामुग्री पुरविण्याचें काम शास्त्रीय ज्ञानच करीत असतें हें लक्षांत घेतलें पाहिजे. असो.

प्रकरण २ रें.

प्राथमिक स्वरूपाचें ज्ञान, लेखनपद्धति.

अत्यंत प्राथमिक स्वरूपाचें असें ज्ञान कोणतें?.— आपणांस असें प्रथमदर्शनीं वाटेल कीं, लिहिण्याची कला आणि एकपासून दहा आंकड्यांचें ज्ञान हेंच अत्यंत प्राथमिक स्वरूपाचें ज्ञान होय. शोध करतां असें दिसून येतें कीं, हें प्राथमिक स्वरूपाचेंच ज्ञान फार उशिरां तयार झालें. संस्कृतींच्या अनेक अंगांचा विकास अगोदर झाल्यानंतर या आज आपणांस स्थूल दिसणाऱ्या गोष्टी जगांत आल्या. आह्मीं येथें प्राथमिक ज्ञानाची उत्पत्ति ह्मणून जे शब्द वापरले ते जगांतील अगोदरचें ज्ञान कोणतें हें लक्षांत आणून त्याचा इतिहास देण्यासाठीं वापरलेले नसून, कांहीं एक सुधारणा झाल्यानंतरच्या कालीं जें प्राथमिक स्वरूपाचें ज्ञान भासतें तें दर्शविण्यासाठीं ह्मणजे लिपि व अंकपद्धति यांसाठींच वापरले आहेत. रानटी मनुष्याचें ज्ञान या विषयावर मागें विवेचन झालेंच आहे. प्रथमतः भारतीय विज्ञानेतिहास आटपून घेऊन प्रागतिक विज्ञानेतिहासाकडे आपणांस गेलें पाहिजे.

भारतीय लेखनकला.—भारतीयांत अंकपद्धतीचा अत्यंत प्राचीन कालीं प्रचार झाला; आणि भारतीयांची लेखनकला देखील फार प्राचीन आहे असें आज सिद्ध झालें आहे. तथापि भारतीयांची लेखनकला सर्वांशीं भारतोद्भव आहे हें मात्र पूर्णपणें सिद्ध झालें नाहीं. भारतीयांची मातृकालिपि ही कोणत्या तरी चित्रलिपीचें परिणत स्वरूप आहे काय हा प्रश्न अद्याप सुटला नाहीं. भारतीय लिपि जरी प्राचीन आहे, तरी आज जे अवशेष उपलब्ध आहेत त्यांवरून आज तरी जगतांत पहिली लिपि भारतीय होय असें ह्मणतां येणार नाहीं. असुर्यो व इजिप्त येथील लिपींच्या प्राचीन काळापर्यंत भारतीय लिपींची प्राचीनता आज नेतां येत नाहीं.

भारतीय लेखनकलेविषयीं आपणांस हें ह्मणतां येईल कीं, विचारव्यंजक अगर वस्तुव्यंजक चित्रलिपीचें स्वरूप अजीबात बाजूला टाकून जगांतील सध्यां अस्तित्वांत असलेल्या लिपींत अत्यंत श्रेष्ठ प्रकारची लिपि आणि अतुल्य प्रकारची अत्यंत शास्त्रीय वर्णमाला भारतीयांनीं जितकी लवकर विकासविली तितकी जगांतील कोणत्याहि राष्ट्रानें विकासविली नाहीं.

वर्णमालेची उत्पत्ति.— प्राचीनांनीं शास्त्रीय ज्ञानांत घातलेली सर्वांत मोठी भर ह्मणजे भाषेंतील निरनिराळ्या ध्वनींचें पृथक्करण करून त्यापासून वर्णमालायुक्त लेखनपद्धति तयार केली ही होय. ही मजल गांठण्यापूर्वी प्राचीन लोक कोणकोणत्या अवस्थांतून गेलें हें जाणण्यासाठीं आपणांस कल्पनाशक्तीचा उपयोग करून चित्रांच्या साहाय्यानें विचार व्यक्त करण्याचा प्राथमिक अवस्थेंतील लेखनपद्धतीचा कसकसा विकास होत असावा हें पाहिलें पाहिजे.

हिअरेटिक, ग्रीक, फिनीशियन, आसुरी व ईजिअन लिपि.—यूरोपीय लोकांत अशी दंतकथा प्रचलित आहे कीं, मिसर देशाच्या किंवा बाबिलोनच्या लोकांपासून फिनीशियांतील लोक लेखनकला शिकले, व कदमस नामक एक फिनीशियाचा माणूस ती यूरोपांत घेऊन आला. या दंतकथेंतील कदमस हें नांव जरी शुद्ध ग्रीक लोकांच्या कल्पनासृष्टींत निर्माण झालेलें आहे, तरी उत्तरकालीन ग्रीसमधील वर्णमाला फिनीशियांतून आली असणें पुष्कळ संभवनीय आहे, असें आतां एकोणिसाव्या शतकांतील पंडितांच्या परिश्रमानें सिद्ध झालें आहे. फिनीशियांतील लोकांनीं आपली वर्णमाला कोणापासून घेतली यासंबंधीं मात्र विद्वानांचें एक मत नाहीं. कोणी म्हणतात कीं फिनीशियाची लिपि मिसरदेशाच्या चित्रलिपीपासून तयार झाली होती, तर कोणाच्या मतें तो मान बाबिलोनच्या कीलाकृति लिपीस दिला पाहिजे.

परंतु यांपैकीं कोणतेंच मत खरें नाहीं असें कदाचित् पुढें नवीन शोधांअंतीं आढळून येईल. मिसरदेशीय संस्कृतीच्या अभ्यासकांनीं फिनीशियाची लिपि ही इजिप्तमधील चित्रलिपीच्या हिअरेटिक (पुरोहिती) नांवाच्या रूपांतरित लिपीपासून बनविली असल्याचें सिद्ध केलें आहे असें वाटतें न वाटतें तोंच, असुरसंस्कृतीचे अभ्यासक पुढें आले व म्हणूं लागले कीं, बाबिलोनी लिपींतील कांहीं अक्षरांचें फिनीशियाच्या वर्णमालेंतील अक्षरांशीं साम्य दिसत असून ही गोष्ट केवळ यदृच्छेनें घडून आली असेल असें म्हणतां येत नाहीं. आणि पुढें ह्या वादाचा निकाल लावण्याची आशा जेव्हां जवळ जवळ संपत आली, तेव्हां इजिप्तमधील जमीन पोखरीत असणाऱ्या संशोधकांनां असें आढळून आलें कीं, ज्या अक्षरांबद्दल पंडितांमध्यें वाद चालू होता त्यांच्याशीं अधिक साम्य असलेलीं अक्षरें अगदीं स्वतंत्रपणें भूमध्यसमुद्राच्या सर्व किनाऱ्यावर बहुतेक इतिहासपूर्वकालापासून प्रचलित होतीं!!

ईजिअन संस्कृतीचें मुख्य स्थान जें क्रीट बेट, तेथील नॉसॉस आदिकरून पुरातन काळापासून जमिनीखालीं पुरलेल्या शहरांच्या जागा पोखरून ज्या गोष्टी आढळून आल्या (आर्थर इव्हेन्स यांचे प्रकाशित ग्रंथ पहा) त्याहि पूर्व समजुतींशीं तितक्याच विसंगत होत्या. या ठिकाणीं लागलेल्या शोधांवरून असें दिसून आलें कीं, पुरातनवस्तुशास्त्रज्ञ पुरातन ग्रीक संस्कृतीच्या नाशास कारण झालेली जी एक दोरिअन लोकांची स्वारी गृहीत धरतात, त्या स्वारीच्याहि

पूर्वी क्रीट बेटामध्यें लेखनकला अवगत होती; व तिचा तेथील लोक उपयोगहि करीत होते. याचा अर्थ असा कीं, वर सांगितलेल्या पौराणिक गोष्टींतील कदमसच्याहि पूर्वी यूरोपमध्यें लेखनकला प्रचारांत होती. तथापि क्रीटमधील प्राचीन लिपीचें ग्रीसमधील इतिहासकाळांतील लिपीशीं साद्दश्य दिसत नसल्यामुळें, व उलटपक्षीं ग्रीक लिपि ही फिनीशियन लिपीच्या वंशांतील आहे हें निर्विवाद सिद्ध झालें असल्यामुळें कदमसची आख्यायिका कांहीं अगदींच चूक ठरत नाहीं.

फिनीशियन लिपीच्या वर्णमालेंतील चिन्हांसारखीं अक्षरें फार पुरातन कालापासून अस्तित्वांत होतीं, ही गोष्ट गेल्या तीस चाळीस वर्षांत पुरातनवस्तुशास्त्रामध्यें जे नवीन शोध लागले आहेत त्यांशीं विसंगत दिसत नाहीं. हे सर्व शोध जी एक गोष्ट सिद्ध करतात ती ही कीं, मानवी संस्कृतींतील बहुतेक महत्त्वाचे भाग यूरोपीय पंडितांस पूर्वी वाटत होते त्याहून अतिशय प्राचीन आहेत. तथापि एवढें मात्र खरें कीं, फिनीशियन वर्णमालेचा उत्पत्तिकाळ केवळ स्थूलमानानें ठरविण्यास देखील अद्याप आपणांस कांहीं पुरावा उपलब्ध झाला नाहीं. उपरिनिर्दिष्ट वर्णमालेंतील अक्षरें ध्वनिसूचक म्हणून उपयोजिलीं जाण्याच्या कदाचित् हजारों वर्षे अगोदर स्वामित्वदर्शक, मोजण्याच्या किंवा दुसऱ्या कसल्या तरी खुणा म्हणून प्रचारांत असूं शकतील. जी एक गोष्ट निश्चित दिसते ती ही कीं, मनुष्यास लेखनकला साध्य करून घेण्यास बराच कालावधि लागला असावा व प्रयासहि फार पडले असावे. वर्णमालेची कल्पना येण्याइतकें भाषेंतील ध्वनींचें पृथक्करण करण्याचा विचार सामाजिक विकासाच्या फार पुढच्या अवस्थेंत व लेखनकलेंत बरीच सुधारणा होत होत शेवटीं सुचला असावा. ह्या बौद्धिक विकासाच्या निरनिराळ्या अवस्था कोणत्या होत्या हें केवळ कल्पना करूनच समजणें शक्य आहे. ह्या विकासांतील मुख्य मुख्य पायऱ्या पुढें दिल्याप्रमाणें असाव्यात.

प्रथमावस्था, चित्रव्यक्तिः—लेखनकलेचें मूळ शोधण्यास आपणांस थेट इतिहासपूर्वकालाची कल्पना केली पाहिजे. अगदीं रानटी अवस्थेंत असलेल्या माणसास देखील आपले विचार व्यक्त करण्याची अवश्यकता भासत असते; व त्यासाठीं तो चित्रांच्या खुणांचा उपयोग करतो. पूर्वींचीं गुहेंत राहणारीं माणसें आपले पराक्रम चिरस्मरणीय करून ठेवण्यासाठीं काळविटाच्या शिंगावर, नाहीं तर हत्तीच्या सुळ्यांवर माणसांचीं व पशूंचीं चित्रें कोरीत असत. अगदीं अलीकडे देखील अमेरिकेंतील तद्देशीय लोक आपले युध्दांतील व मृगयेंतील विजय दाखविणारीं वेडींवांकडीं चित्रें तयार करतांना दृष्टीस पडतात. जेव्हां यूरोपीय लोकांनीं अमेरिका शोधून काढली तेव्हां उत्तरेकडील तद्देशीय लोकांची याहून अधिक प्रगति झाली नव्हती. तथापि नैर्ऋत्येकडील अझटेक लोक व युकाटानमधील मय लोक मात्र या बाबतींत बरेच पुढें गेले होते. यूरोपीय लोकांनीं जर ह्या लोकांची संस्कृति नष्ट केली नसती तर त्यांच्या चित्रलिपीचाहि विकास होत होत कांहीं पिढयांनीं तिच्यापासून वर्णमाला तयार झाली असती.

अझटेक व मय लोक हे सोळाव्या शतकांत जी पायरी चढत होते, त्या पायरीपावेतों पौरस्त्य लोक त्यांच्या किमानपक्षीं पांच सहा हजार वर्षे तरी अगोदर जाऊन पोंचले होते. मिसरदेशीय लोकांनीं सर्व जगाला थक्क करून सोडणारे मनोरे बांधले त्या काळीं त्या देशांत व बाबिलोनमध्यें लेखनकला इतकी परिणतावस्थेस पोंचली होती कीं, त्यांनां केवळ ठराविक मर्यादेंतील कल्पनाच चित्रांच्या साह्यानें व्यक्त करतां येत होत्या असें नाहीं, तर सुसंस्कृतावस्थेंतील माणसांच्या जीवनक्रमांतील एकूण एक कल्पनांच्या बारीक सारीक भागांचें देखील वर्णन करतां येत होतें. त्या काळच्या लोकांनीं आपले लढायांतील पराक्रम व रोजच्या व्यवहारांतील देवघेवी लिहून ठेवल्या असून आपल्या नैतिक व पारलौकिक आकांक्षाहि उत्तम रीतीनें व्यक्त केल्या आहेत.

मिसरदेशीय लिपिः— वर सांगितलेल्या दोन पुरातन लिपींपैकीं मिसरदेशीय चित्रलिपि ही लेखनकलेच्या निरनिराळ्या अवस्थांतील चिन्हांचें कडबोळें आहे. ह्या लिपीवरून लेखनकलेच्या निरनिराळ्या अवस्थांची आपणांस बरीचशी कल्पना करतां येण्यासारखी आहे. ही मिसरदेशीय लिपि अगदीं प्राथमिक अवस्थेंतील चित्रलिपीच्या चिन्हांचे अवशेष, एकदम शब्दावयवांकरितां योजिलेलीं ध्वनिसूचक चिन्हें व वर्णमालेंतील खरींखरीं अक्षरें या सर्वांची मिळून झाली आहे. यावरून असें अनुमान निघतें कीं, कालांतरानें मिसरदेशीय लिपींत सुधारणा होऊन नवीन प्रकार प्रचारांत आले, तरीहि तींतील जुन्या गोष्टींचा लोप झाला नाहीं.

मिसरदेशीय कोणताहि प्राचीन लेख पाहिला, तर त्यांत वऱ्याचशा दुर्बोध वांकड्यातिकड्या रेघांमध्यें सिंह, बहिरीससाणा वगैरे प्राण्यांचीं चित्रें काढलेलीं दृष्टीस पडतात. चित्रलिपीच्या जन्मावस्थेमध्यें ह्या पशूंचीं किंवा पक्ष्यांचीं चित्रें केवळ त्या त्या पशूंची किंवा पक्ष्यांची कल्पना व्यक्त करण्याकरितांच काढलीं जात असलीं पाहिजेत हें उघड आहे. परंतु ह्या पद्धतीनें ज्या कल्पना व्यक्त करतां येतात, त्या फारच थोड्या आहेत. म्हणून कालांतरानें एखाद्या सुपीक डोक्याच्या माणसानें चित्रांच्या योगानें त्या त्या प्राण्यांतील कांहीं विशिष्ट गुण व्यक्त करण्याची कल्पना काढली असावी. तो गरुड पक्ष्याचें चित्र केवळ गरुड दर्शविण्याकरितांच काढणार नाहीं, तर शक्ति, धीटपणा किंवा चपलता दर्शविण्यासाठींहि त्याच पक्ष्याचें चित्र काढील. ह्या पद्धतीनें मनुष्यास साहजिकच पूर्वींपेक्षां अधिक विचार व्यक्त करतां येतील. याप्रमाणें मिसरी लिपीचें विकसन होत असतां, त्या लोकांवर स्वाभाविकपणें जी एक क्रिया व्हावयाची, ती क्रिया म्हटली म्हणजे प्रत्येक पदार्थांतील विशिष्टत्व शोधणें ही होय. अनेक विचार

चित्रलिपीनें व्यक्त करण्यास प्रवृत्त झालेलें मन, अर्थात् वस्तूंचें विशिष्टत्व जास्त ओळखूं लागेल. या मनःस्थितीमुळें मिसरी चित्रकलेवर एक महत्त्वाचा परिणाम घडून आला. तो म्हटला म्हणजे मिसरी चित्रकला गोंडसपणांत इतर ठिकाणच्या चित्रकलांहून जरी कमी असली, तरी अर्थसूचकतेच्या बाबतींत फारच उच्च प्रकारची आहे. व त्यामुळें त्यांचीं चित्रें जितकीं इतिहाससूचक आहेत तितकीं इतर राष्ट्रांचीं नाहींत. उदाहरणार्थ, थोर घराण्यांतील बाई किंवा राणी ते नेहमीं बृहन्नितंबयुक्त दाखवितात! तसलीं चित्रें त्या काळच्या सामाजिक कल्पनांवर फार चांगला प्रकाश पाडतात. पुढें एखाद्या कल्पक माणसामुळें किंवा कित्येक पिढ्यांच्या संघटित प्रयत्नानें असा एक आश्चर्यजनक शोध लागला असेल कीं, मनुष्य बोलत असतांना त्याच्या तोंडांतून मृदु, कठोर, उच्च, नीच असे निरनिराळ्या प्रकारचे ध्वनी एकामागून एक निघत असतात. त्यांचें जर पृथक्करण केलें, तर त्यांत अगदीं स्वतंत्र असे ध्वनी फारच मर्यादित आहेत. मनुष्याची भाषा केवळ दहापांचशेंच पृथक् ध्वनी मिळून झाली आहे, असें एकदां आढळून आल्यावर मग ह्या निरनिराळ्या ध्वनींकरितां—म्हणजे हल्लीं ज्यांनां आपण शब्दावयव म्हणूं त्यांकरितां—कांहीं तरी निरनिराळीं चिन्हें वापरण्याची कल्पना सुचण्यास फारसा काळ लागला नसावा. ऐतिहासिक काळाच्या आरंभास आपणांस मिसरदेशीय लिपींमध्यें कल्पनादर्शक व ध्वनिसूचक अशा दोन्हीहि लेखनपद्धतींचा उपयोग केलेला आढळतो. तथापि ध्वनिसूचक लेखनपद्धतीची नुसती कल्पनाहि सुचण्याच्या अगोदर, केवळ चित्रांच्याच योगानें कल्पना व्यक्त करण्याची पद्धति मिसर देशांत कित्येक शतकेंपर्यंत प्रचलित असली पाहिजे हें मात्र विसरतां कामा नये.

मिसरी लोक कल्पनादर्शक चिन्हांचे इतके भोक्ते होते कीं, त्यांच्या इतिहासांत अगदीं अखेरपावेतों ते ह्या चिन्हांनां चिकटून राहिलेले आढळतात. ते ध्वनिसूचक चिन्हांचा अनेक वेळां उपयोग करीत असत; तथापि ते केव्हांहि ह्या चिन्हांवरच केवळ विसंबून राहिले नाहींत. एखाद्या शब्दांतील एकूण एक ध्वनिसूचक अक्षरें लिहूनहि शिवाय ते ती वस्तु दाखविणारें किंवा तिच्याच जातीची दुसरी वस्तु दाखविणारें एखादें, किंवा कधीं कधीं दोन दोन तीन तीन देखील चित्रें घालीत. उदाहरणार्थ, क्रेफ्टेन म्हणजे वानर ह्या शब्दांतील सर्व अक्षरें लिहून शिवाय त्यांच्या जोडीला निर्णायक म्हणून वानराचें चित्र काढलेलें आहे. केतु म्हणजे घोडदळ ह्या शब्द लिहून त्याचा अर्थ संदिग्ध राहूं नये म्हणून घोड्याचेंहि एक चित्र काढलेलें आहे. तेमाति म्हणजे पंख ह्या शब्दाबरोबर पंखाचें चित्र आहे. तातु म्हणजे चतुष्पाद ह्या शब्दाच्या जोडीला एका चतुष्पादाचें व त्यानंतर कातड्याचें चित्र आहे; व अनेकवचन दर्शविण्यासाठीं ह्या चित्रांपुढें आणखी आडव्या तीन रेघा आहेत.

तथापि हीं निर्णायक चित्रें मिसरी लोक केवळ लहरीखातर काढीत होते असें मात्र कोणीं समजूं नये. पाच, पांच किंवा नाव, नांव ह्या शब्दांपैकीं दुसऱ्या शब्दांमध्यें ज्या कारणासाठीं आपण अनुस्वार देतों त्याच कारणासाठीं हीं निर्णायक चित्रें घालण्यांत येत असत. इंग्रजीमध्यें 'टू' हा शब्द तीन निरनिराळ्या रीतींनीं लिहिण्यांतहि तोच उद्देश असतो. मिसरी भाषेंत अनेक अर्थी वापरले जाणारे शब्द पदोपदीं आढळून येत असल्यामुळें ती लिहितांना अशा निर्णायक चित्रांची साहजिकच फार आवश्यकता भासते. चिनी भाषेची देखील तीच स्थिति आहे. त्या भाषेंतील शब्द एकावयवी असून तींतील शब्दसूचक निरनिराळ्या ध्वनींची संख्या हजारांहून कमीच आहे. परंतु चिनी लोक एकाच ध्वनीचे निरनिराळे अर्थ दर्शविण्याकरितां त्या ध्वनीच्या चिन्हास निरनिराळ्या खुणा जोडीत असल्यामुळें त्यांच्या लिपींतील अक्षरांची संख्या कित्येक हजार भरते.

बाबिलोनी लिपिः—इजिप्तप्रमाणें बाबिलोनची लेखनकलाहि चित्रलिपि, कल्पनादर्शक लिपि व ध्वनिसूचक लिपि ह्या तीन अवस्थांतून गेली असली पाहिजे. परंतु बाबिलोनच्या लोकांनीं चांगली पद्धति सुचल्याबरोबर लागलाच जुन्या पद्धतीचा त्याग केल्यामुळें त्यांचे जे लेख आज उपलब्ध झाले आहेत, त्यांत चित्रांचा मागमूसहि सांपडत नाहीं. तथापि त्यांतल्या त्यांत जे अलीकडचे लेख आहेत त्यांची त्यांच्याहून प्राचीन लेखांशीं तुलना केली असतां, त्यांतील ध्वनिसूचक लिपि चित्रलिपीपासून तयार झाली असल्याचें उघडकीस आल्यावांचून राहत नाहीं. मुळामध्यें जीं मासे, घरें वगैरे पदार्थांचीं चित्रें होतीं, त्यांचें आतां कीलाकृति चिन्हांच्या झुबक्यांत रूपांतर झालें होतें. हे लेख ओल्या मातीवर लिहिले जात असल्यामुळें चिन्हें कीलाकृति काढण्यांत लिहिणाराची एक प्रकारची सोय होती. बाबिलोनी लोकांनीं आपल्या भाषेंतील ध्वनींचें इतकें उत्तम पृथक्करण केलें होतें कीं, प्रत्येक ध्वनीसाठीं एक एक चिन्ह योजून ते आपल्या भाषेंतील सर्व शब्दावयव त्या चिन्हांच्या साहाय्यानें लिहूं शकत होते. त्यांनां मिसरदेशीय लोकांप्रमाणें निर्णायक चित्रें वापरण्याची विशेष आवश्यकता भासत नव्हती. त्यांचे शेजारी जे असुर लोक, त्यांच्या लिपींतहि शब्दावयवांकरितां ध्वनिसूचक चिन्हेंच योजलीं असून तीं कांहीं बाबतींत मिसरदेशीय चित्रलिपीहून बरीच सुधारलेली होती. तथापि ही लिपि देखील पूर्णावस्थेस पोंचलेली नव्हतीच. अद्यापहि तिला ध्वनिचिन्हयुक्त लिपि व वर्णमालायुक्त लिपि या दोहोंमध्यें असलेलें मोठें अंतर काटावयाचें होतें.

ध्वनिचिन्हयुक्त लिपि व वर्णमालायुक्त लिपि यांतील भेद लक्षांत येण्याकरितां आपण ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीचें वास्तविक स्वरूप काय असतें याचें जरा बारकाईनें निरीक्षण करूं. आपल्या वर्णमालेंत जीं क पासून ळ पावेतों ३४ व्यंजनें आहेत, तीं संपूर्ण ध्वनींचीं दर्शक नाहींत. त्यांच्यामध्यें सोळा स्वरांपैकीं एखादा स्वर मिळविला म्हणजेच त्यांचा पूर्ण उच्चार

होतो. अशा रीतीनें स्वरांच्या साहाय्यानें हीं ३४ व्यंजनें एकंदर (३४×१६ =) ५४४ निरनिराळे ध्वनी व्यक्त करूं शकतात. ह्यांमध्यें १६ स्वरांचे १६ ध्वनी मिळविले म्हणजे ही ध्वनींची संख्या ५६० होते. यांपैकीं कांहीं ध्वनी आपल्या भाषेंत नसल्यामुळें ते सोडून दिले तरी ही संख्या ४०० हून कमी होणार नाहीं. तथापि एवढ्यानेंच आपल्या भाषेंतील सर्व ध्वनी संपतात असें नाहीं. ५० वर्णांच्या वर्णमालेंतून दोन दोन व्यंजनें व एक एक स्वर घेऊन त्यांचीं जोडाक्षरें केलीं तर तीं किती तरी होऊं शकतील? हीं सर्व जोडाक्षरेंहि स्वतंत्र ध्वनीच होत. यांशिवाय व्यंजन, स्वर व व्यंजन यांच्या एकीकरणानें जीं रूपें होतात त्यांचे उच्चार देखील स्वतंत्र ध्वनीच असतात. उदाहरणार्थ, चिन्ह ह्या शब्दाचा जो आपण उच्चार करतों त्यामध्यें ' चिन् ' आणि ' ह् ' हे दोन स्वतंत्र ध्वनी आहेत (चिन्हमधील न्हचा उच्चार न्हावी शब्दांतील "न्ह" प्रमाणें नाहीं हें विसरतां कामा नये). थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे आदर्शभूत ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीमध्यें एक स्वर व एक व्यंजन, एक व्यंजन व एक स्वर किंवा दोन व्यंजनें व एक स्वर मिळून जितके उच्चार तयार होऊं शकतात त्या सर्वांकरितां प्रत्येकीं एक एक चिन्ह पाहिजे. ह्या सर्व चिन्हांची म्हणजे अक्षरांची संख्या कित्येक हजार सहज होऊं शकेल. तथापि व्यवहारामध्यें ध्वनींतील बारीकसारीक भेदांकडे दुर्लक्ष्य केलें जात असल्यामुळें ही संख्या याहून बरीच कमी असते. उदाहरणार्थ रोमन लिपि घेतली तर तिजमध्यें ट आणि त, (किंवा) ण, आणि न यांच्याकरितां वेगळीं अक्षरें कोठें आहेत ? अथवा देवनागरी लिपि घेतली तर तिजमध्यें अॅ ह्या स्वराकरितां स्वतंत्र अक्षर कोठें आहे ? मराठी भाषेंत अॅ हा स्वर मुळींच येत नाहीं असें म्हणतां येत नाहीं. मेंढी ब्याव्या करिते ह्या वाक्यांतील ब्याव्या शब्दांत वस्तुतः अॅ हाच स्वर आहे. अशा रीतीनें उच्चाराचे बारीकसारीक भेद वगळले म्हणजे ध्वनिचिन्हयुक्त लिपींतील अक्षरांची संख्या बरीच कमी झाली तरी देखील तींत तीनचारशें अक्षरें सहज राहतात.

प्राचीन असुर राष्ट्राच्या भाषेचें व्याकरण * तयार झालें आहे. त्यांत ३३४ शब्दावयवांकरितां निरनिराळीं अक्षरें दिलीं असून, शिवाय कांहीं किरकोळ निर्णायक चिन्हें आहेत. प्राचीन असुरराष्ट्र ज्या वेळीं सर्व जगाच्या संस्कृतीचें केंद्रस्थान समजलें जात होतें त्या वेळीं हीं जवळ जवळ ४०० अक्षरें तयार करावयाची हा तेथील विगर इयत्तेंतील अभ्यासक्रम होता. हा अभ्यास केवळ बाबिलोन व असुर राष्ट्रांतील लोकांसच करावा लागत असे असें नाहीं. ख्रिस्तपूर्व १५००च्या सुमारास व बहुधा त्याच्याहि पुष्कळ अगोदर व नंतर बाबिलोनची ध्वनिचिन्हयुक्त लिपि ही सर्व पश्चिम आशियाखंडांत व आशिया आणि मिसर देश ह्यांच्या दरम्यान राजव्यवहाराची लिपि समजली जात असे. त्या काळचे सर्व सुसंस्कृत देश बहुधा बाबिलोनी लिपीस एक आदर्शभूत लिपीच समजत असावे; व तिच्याहून कमी त्रासाची दुसरी एखादी लिपि तयार होणें शक्य आहे अशी त्यांनां कल्पना देखील नसावी.

परंतु ह्या ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीच्या तीनचारशें अक्षरांपैकीं एका अक्षराच्या ध्वनीचें जरी एखाद्या कुशाग्र बुद्धीच्या माणसानें पृथक्करण केलें असतें तरी त्याला लिहिण्यास अत्यंत सोइस्कर अशी वर्णमालायुक्त लिपि सहज शोधून काढतां आली असती. पण वस्तुस्थिति काय होती तें पाहिलें म्हणजे हें पृथक्करण आज आपणांस वाटतें तितकें सोपें नाहीं असें म्हणावें लागतें. शिवाय मिसरी लोकांचा अनुभव पाहिला असतां त्या पृथक्करणाची उपयुक्तता कोणाच्याहि सहज ध्यानांत येईल अशी दिसत नाहीं. व्यंजनांचा स्वरांशीं इतका एकजीव झालेला असतो कीं व्यंजनांच्या पृथक् अस्तित्वाची कल्पना करणें हें आरंभीं फारच कठिण गेलें असलें पाहिजे. व ह्या पृथक्करणाची कल्पना निघाल्यावरहि ह्या पृथक्करणाच्या योगानें लिपि सुकर होण्याच्या ऐवजीं जास्त कठिण मात्र होते अशी ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीचा सराव झालेल्या माणसांची समजूत झाली असावी. त्यांच्यापैकीं कोणी अशीहि तक्रार केली असेल कीं, ह्या पृथक्करणानें तुम्ही आम्हांस ' विद्वान् ' सारखा साधा द्व्यवयवी (व अतएव दोन अक्षरांचा) शब्द लिहिण्यासाठीं व् इ द् व् आ आणि न् अशीं सहा अक्षरें लिहावयास लावाल! ही तक्रार कांहीं अगदींच काल्पनिक नाहीं. संक्षिप्त स्वरचिन्हांचा व व्यंजनचिन्हांचा उपयोग करून वर्णमालायुक्त लिपि अधिक सोइस्कर करण्याची कल्पना मागून निघाली असली पाहिजे. आपल्या देवनागरी लिपीमध्यें स्वरांकरितां संक्षिप्त चिन्हें योजून तीं व्यंजनास जोडून लिहिण्यांत येत असलीं तरी इतर लिपींमध्यें अद्यापहि स्वर व व्यंजनें पृथक् पृथकच लिहीत असतात. खुद्द बाबिलोनमध्यें वर्णमालायुक्त लिपि अस्तित्वांत आल्यावरहि शेंकडों वर्षेंपर्यंत लोक आपल्या जुन्या ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीलाच चिकटून बसले होते. ह्या गोष्टीला इतिहासांतरीं पुरावा आहे. आज देखील जपानी लोक आपल्या देशांत वर्णमालायुक्त लिपि सुरू करण्यास कितीसे खुषी आहेत? फार दिवसांपासून चालत आलेली रूढि लोकांचीं मनें कोणत्याहि नवीन गोष्टीविषयीं पूर्वग्रहानें दूषित करिते व त्यायोगें तिची खरी उपयुक्तता त्यांच्या ध्यानांत लवकर येत नाहीं. तथापि पुराणमतवाद्यांनां केव्हांहि शेवटीं हारच खावी लागते, व त्याप्रमाणें वर्णमालेच्या बाबतींतहि त्यांनां शेवटीं हार खावी लागली असल्यास त्यांत नवल नाहीं. व्यंजनाची कल्पना एकदां चांगलीशी मनांत ठसली म्हणजे ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीचें मरण ओढवलेंच म्हणून समजावें.

वर्णमालेची निष्पत्ति.— हेनी स्मिथ विल्यम्स यांच्या

* Friedrich Delitzsch Assyrische Lesestucke mit grammatischen Tabellen & vollständigem Glossar einführung in die assyrische & babylonische Keilschriftlitteratur bis hinauf zu Hammurabi, Leipzig, 1900.

मतें चित्रलेखन व ध्वनिचिन्हलेखन या दोन अवस्थांतून गेल्याशिवाय वर्णमालायुक्त कोणतीच लिपि तयार होणें शक्य नाहीं. अर्थात्, एखादें राष्ट्र दुसऱ्या राष्ट्राच्या अनुभवाचा फायदा घेऊन एखाद्या शास्त्रांत झपाट्यानें मधल्या पायऱ्या गाळून प्रगति करूं शकतें. स्वतः लेखनकलेचा विकासहि अशाच रीतीनें झालेला दिसतो. कारण बाबिलोनी व असुर लोक आपल्या ध्वनिचिन्हयुक्त लिपीचेंच कौतुक करीत बसले असतांना त्यांच्या पूर्व व पश्चिम दिशेला असलेल्या राष्ट्रांनीं इकडे त्यांच्या शब्दावयवांचें पृथक्करण करून त्यापासून स्वर आणि व्यंजनें निर्माण केलीं. पारसिक व फिनीशियाचे लोक हीं तीं दोन राष्ट्रें होत. तथापि पाश्चात्य पंडित ह्या दोन्हींहि राष्ट्रांनां वर्णमालेच्या शोधाचें सारखेंच श्रेय देत नाहींत. पारसिक लोकांनीं बहुधा मोठ्या कुरूसच्या वेळीं बाबिलोनी लिपीचीं कांहीं अक्षरें घेऊन त्यांचा आपली वर्णमाला तयार करण्याच्या कामीं उपयोग केला; तथापि ह्या वेळीं फिनीशियाची वर्णमाला तयार होऊन कित्येक शतकें लोटलीं असल्यामुळें पारसिकांनां वर्णमालेची कल्पना फिनीशियाच्या लिपीपासूनच सुचली असली पाहिजे असें यूरोपीय पंडितांनां वाटतें. या दोन राष्ट्रांच्या कल्पकतेमध्यें जो कांहीं फरक समजला जातो तो हाच. कारण एकदां वर्णमालेची कल्पना सुचल्यावर प्रत्येक वर्णाकरितां निरनिराळें चिन्ह ठरविण्यास विशेष कल्पकता लागत नाहीं. तथापि याहि बाबतींत वर्णमालेच्या विकसनाचा अभ्यास केला असतां असें आढळून येतें कीं मनुष्याच्या मनाचा कल नेहमीं नवीन कांहीं शोधून काढण्यापेक्षां जुन्याचीं नक्कल करण्याकडेच अधिक असतो.

फिनीशियन भाषेची व्यापकता आणि तिचा स्पर्धणाऱ्या लिपींविरुद्ध जय.— यूरोपीय पंडित सामान्यतः फिनीशियाच्या लिपीपासून आजच्या सुधारलेल्या सर्व राष्ट्रांतील वर्णमालायुक्त लिपींची उत्पत्ति झाली असें मानतात. आशियाच्या वायव्य भागांत तुर्कस्थान देशांत सिरिया नांवाचा जो पोट विभाग आज आपणांस परिचित आहे त्यालाच प्राचीन ग्रीक व रोमन लोकांनीं फिनीशिया असें नांव दिलें होतें. हें राष्ट्र एके काळीं फार भरभराटीच्या स्थितींत असून त्याचा दूरदूरच्या देशांशीं व्यापार चालत होता. त्या देशांत संवृद्ध झालेल्या लिपीस आद्यस्थान देण्याची प्रवृत्ति आहे. तथापि, फिनीशियाच्या लिपीला आद्यस्थान देण्यास आख्यायिकांशिवाय दुसरा चांगलासा पुरावा नाहीं. प्राचीन काळीं फिनीशियाच्या लोकांचा परदेशांशीं व्यापार करण्यांत हातखंडा असे. वर्णमालेचा शोध लागल्यावर एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत तिचा प्रसार करण्यास हे फिनीशियाचे लोकच कारणीभूत झाले. तथापि वर्णमालेची कल्पना खुद्द फिनीशियन माणसाच्या डोक्यांतूनच निघाली असेल असें आज निश्चित म्हणवत नाहीं. जगामध्यें नेहमीं एखादी कल्पना जो यशस्वी करून दाखवितो त्याला तिचें श्रेय मिळतें—मग ती कल्पना त्याची स्वतःची असो वा नसो. वर्णमालेची कल्पना खास कोणाच्या डोक्यांतून निघाली हें कांहींच सांगतां येत नाहीं. ती कल्पना कोणाच्या तरी डोक्यांतून निघाली व तिनें शेवटीं मिसरी व बाबिलोनी अशा दोन्हींहि लिपींनां नामशेष करून टाकलें एवढें मात्र खरें. तथापि ही गोष्ट घडून येण्यास बराच कालावधि लागला असला पाहिजे. कारण फिनीशियन राष्ट्राचें महत्व नाहींसें झालें व त्या लोकांच्या मूळ लिपींत शेंकडों फेरफार करून यूरोपीय व आशियांतील सुधारलेल्या राष्ट्रांनीं तिचा स्वीकार केला तरी बाबिलोनच्या लेखकांचा आपल्या जुन्या चित्रलिपींत व ध्वनिचिन्हलिपींत पत्रव्यवहार चालतच होता.

फिनीशियन लिपीमध्यें सारे अजमासें बीसच वर्ण आहेत. त्या लिपींत सेमेटिक भाषेंतील एकूणएक व्यंजनांच्या उच्चारांकरितां अक्षरें योजिलेलीं आहेत, पण स्वरांकडे मात्र पूर्ण दुर्लक्ष केलेलें दिसतें. प्रत्येक व्यंजनाच्या उच्चाराकरितां एक एकच चिन्ह योजल्यामुळें वर्णांची संख्या बरीच कमी होऊन लिपि फार सोपी झाली. पुराणप्रिय लोकांनीं ह्या लिपीला संदिग्ध म्हणून नांवें ठेविलीं असल्यास त्यांत नवल नाहीं. तथापि सेमेटिक लोकांनां स्वररहित वर्णमालाच पुढें आवडूं लागली असें दिसतें. कारण, अद्यापहि त्यांनीं खालींवर कांहीं टिंबें देण्यापलीकडे ही उणीव भरून काढलेली नाहीं.

आर्यन भाषा बोलणाऱ्या यूरोपीय राष्ट्रांच्या लक्ष्यांत फिनीशियन लिपीचा हा दोष आल्यावांचून राहिला नाहीं. ग्रीक लोकांनीं प्राचीन काळींच स्वरांच्या कांहीं नवीन उच्चारांकरितां चिन्हें योजून त्यांची आपल्या लिपींत भर घातली.* तरी पण ते तिला पूर्ण निर्दोष करूं शकले नाहींत. आज इंग्रजी भाषेंत स्वरांचे सुमारें तीस निरनिराळे उच्चार आहेत. तरी त्यांकरितां त्यांच्या लिपीमध्यें चिन्हें सारीं सहाच आहेत. उदाहरणार्थ एका 'ए' ह्या अक्षराचाच ॲ, आ, ऑ व ए अशा चार निरनिराळ्या उच्चारांसाठीं उपयोग केला जातो. कोणत्या शब्दांत कोणत्या स्वराचा काय उच्चार करावयाचा हें सर्व स्मरणशक्तीवर विसंबून किंवा अनुमानानेंच काढण्याची पाळी यावी हा वस्तुतः लिपींतील एक मोठा दोषच आहे.

यूरोप, पश्चिम आशिया व आफ्रिका या देशांतील लिपींच्या उत्पत्तीविषयीं पाश्चात्यांचे सिद्धांत.—'फिनीशियन' लोकांची फिनीशियन लिपि हिअरेटिक उर्फ पुरोहिती लिपीपासून निघाली असा तज्ज्ञांचा समज आहे. फिनीशियन लिपीपासून पुढें ग्रीक, रोमन व सेमेटिक या निरनिराळ्या लिपी निघाल्या. फिनीशियन लिपि ख्रिस्तपूर्व दहाव्या शतकाच्या सुमारास निघाली असावी व तिच्यापासून पुढें सुमारें तीन शतकांनीं ग्रीक लिपीची उत्पत्ति झाली असावी, असा तज्ज्ञ मंडळींचा अभिप्राय आहे. सेमेटिक लिपींचे पुन्हां दक्षिण सेमेटिक व

* Issac Taylor's History of the Alphabet; an account of the origin and development of letters, New edition, 2 vols. London, 1899.

उत्तर सेमेटिक असे स्थानपरत्वें दोन भाग होतात. दक्षिण भागांत राहणाऱ्या लोकांच्या—म्हणजे दक्षिण सेमेटिक—लिपींत 'हिमिअरिटिक', 'इथिओपिक' 'कूफी' व अरबी ह्या लिपी मोडतात; व उत्तर भागांतील—म्हणजे—उत्तर सेमेटिक—लिपींत 'अरमइक', 'सिरिअक' व 'खाल्डियन' या लिपींचा समावेश होतो. 'हिमिअरिटिक' ही दक्षिण अरब लोकांची लिपि असून ती मुसुलमानी धर्माच्या फार पूर्वीची आहे. या लिपिचे वरेचसे लेख 'सेवा' नांवाच्या राज्यांत सांपडतात म्हणून हिला 'सेवियन' असेंहि म्हणतात. 'अरमइक' ही सिरियांतील मेसापोटेमिया.व पॅलेस्टाइन या भागांची भाषा; सिरिया देशास पूर्वी 'अरम्' असेंहि म्हणत असत, म्हणून या भाषेला 'अरमइक' हें नांव पडलें. या सर्व लिपींचा परस्पर संबंध पुढें एके ठिकाणीं दिलेल्या वंशावळीवरून ध्यानांत येईल.

वर ज्या लिपींचा उल्लेख आला आहे त्यांशिवाय 'क्युनिफॉर्म' अथवा कीलाकृति नांवाची आणखी एक लिपि होती. ही आरंभीं चित्रात्मक होती. परंतु मागून इराणी लोकांनीं हिला वर्णात्मक केलें. आशियांतील तुर्कस्थानांत युफ्रेटिस नदीच्या आसमंत भागीं पूर्वी असुरिया नांवाचें एक बलाढ्य राज्य होतें. तेथें या लिपीची उत्पत्ति झाली. असुरिया व वाबिलोन हीं दोन प्रतिस्पर्धी राष्ट्रें होतीं; व असुरियाचें राष्ट्र वाबिलोनमधून निघून पुन्हां त्यांतच अंतर्भूत झालें असें म्हणतात. एके काळीं मिडिया, इराण, आर्मीनिया व सिरिया हे सर्व देश असुरियाच्या राज्यांतच मोडत होते. क्युनिफॉर्म लिपींतील लेख यांतील बहुतेक सर्व देशांत सांपडले आहेत. या लिपींतील अक्षरें बाणाच्या पात्याच्या कित्येक आकृती एकत्र करून झाल्यासारखीं दिसतात म्हणून तीस 'कीलाकृति' असें म्हणतात. इराणचा प्रख्यात बादशहा दरायस किंवा दर्यूस यानें आपला वृत्तान्त याच विचित्र लिपींत 'बेहिस्तान' येथें खोदून ठेविला होता. हल्लींच्या पर्शियन लिपीची उत्पत्ति याच लिपीपासून झाली आहे.

भरतखंडांतील प्राचीन लिपींविषयीं पाश्चात्य पंडितांनीं जे आपले विचार प्रगट केले आहेत, ते नीट समजण्याकरितां यूरोप, पश्चिम आशिया व आफ्रिका या देशांतील निरनिराळ्या लिपींच्या उत्पत्तीसंबंधीं जे सिद्धांत प्रचलित आहेत त्यांबद्दल कांहीं माहिती दिली आहे. प्राचीन इजिप्त अथवा मिसर या देशांतील पुरातन वस्तूंचे जे अवशेष उपलब्ध झाले आहेत, त्यांवरून तेथें एक चित्रलिपि प्रचलित होती. तिजविषयीं माहिती मागें दिलीच आहे. या लिपीपासून पुढें जी एक वर्णात्मक लिपि निघाली तिला 'हिअरेटिक' असें नांव दिलें आहे. हिअरेटिकपासून फिनीशियन निघाली आणि त्या फिनीशियनपासून हिंदुस्थानांतील लिपी उत्पन्न झाल्या असा त्यांचा समज आहे. या समजाविषयीं विवेचन पुढें येईलच.

भारतीय लिपींचें मातृत्व फिनीशियन लिपीस देण्याचें एक मुख्य कारण असें कीं, भारतीयांस अत्यंत प्राचीन काळीं लिपिज्ञान नव्हतें हा समज होय.

फिनीशियन आणि भारतीय लिपी यांचा संबंध शोधण्यापूर्वी पाश्चात्य पंडितांनीं गृहीत धरलेल्या वरील विचाराचें प्रथम परीक्षण करूं.

भरतखंडांतील लेखनकलेची प्राचीनता:—लेखनकलेची उत्पत्ति ब्रह्मदेवापासून झाली अशी आपल्या पूर्वजांची समजूत होती. 'आन्हिकतत्त्व' व 'ज्योतिस्तत्त्व' यांमध्यें बृहस्पतीचें असें वचन आहे कीं, 'षाण्मासिके तु समये भ्रान्तिः संजायते यतः । धात्राक्षराणि सृष्टानि पत्रारूढाण्यतः पुरा ॥' नारदस्मृतींतहि एके ठिकाणीं असें म्हटलें आहे कीं, 'नाकरिष्यद्यदि ब्रह्मा लिखितं चक्षुरुत्तमम् । तत्रेयमस्य लोकस्य नाभविष्यच्छुभा गतिः ॥' बृहस्पतिरचित मनूच्या वार्तिकांतहि अशाच प्रकारचा उल्लेख आला आहे. (से. बु. ई;* पुस्तक २३, पान ३०४). ह्युएन्त्संग नांवाचा चिनी प्रवासी इ. स. ६२९ पासून ६४५ पर्यंत हिंदुस्थानांत होता. त्यानें लिहून ठेविलें आहे कीं, 'भरतखंडांतील वर्णमालेची उत्पत्ति ब्रह्मदेवापासून झाली असून तेव्हांपासून ती अजूनपावेतों हिंदुस्थानांत चालत आली आहे (बी; बु. रे. वे. व;† पुस्तक १, पान ७७). वरील अवतरणांवरून लेखनकलेच्या उत्पत्तीसंबंधीं भरतखंडामध्यें प्राचीन समजूत काय होती हें मात्र स्पष्ट होतें. लेखनकला किती प्राचीन काळापासून आपल्याकडे अस्तित्वांत आहे याचा या उताऱ्यांनीं निर्णय करणें शक्य नाहीं; किंवा त्यांवरून लेखनकलेच्या प्राचीनतेसंवंधीं कांहीं अनुमान काढलें असतां तेंहि संमजसपणाचें होणार नाहीं. या प्रश्नाचा निकाल प्राचीन लेखांचें निरीक्षण करून त्यांपासून ऐतिहासिक रीतीनें काय निष्कर्ष निघतो तो काढून केला पाहिजे.

भरतखंडांत लेखनकलेची उत्पत्ति केव्हां झाली या विषयावर पाश्चात्य विद्वानांनीं आजपर्यंत काय विचार प्रगट केले आहेत ते प्रथमतः पाहून नंतर शिलालेख, भरतखंडांत राहून गेलेल्या ग्रीक लेखकांचीं वर्णनें, वैदिक व बौद्ध ग्रंथांतील वचनें व संस्कृत वाङ्मय यांच्या निरीक्षणावरून काय अनुमानें निघतात याचें क्रमशः विवेचन करूं.

पाश्चात्य पंडितांचीं मतें.—मॅक्समुल्लर यानें 'हिस्ट्री ऑफ एन्शंट संस्कृत लिटरेचर' नांवाचा जो ग्रंथ लिहिला त्यांत म्हटलें आहे कीं, पाणिनीच्या परिभाषेमध्यें असा एकहि शब्द नाहीं कीं ज्यावरून भरतखंडांतील लोकांनां पूर्वीपासून लेखनकला अवगत होती असें आपणांस अनुमान काढतां येईल. पाणिनि ख्रिस्तपूर्व चवथ्या शतकांत होऊन गेला असें या विद्वानाचें मत असल्यामुळें ख्रिस्तपूर्व चवथ्या

* Sacred Books of the East.

† Samuel Beal; Buddhist Records of the Western World.

शतकापर्यंत हिंदुस्थानांत लेखनकला अस्तित्वांत आली नव्हती असें या विधानावरून ध्वनित होतें (अलाहाबाद प्रत पान २६२ पहा). बर्नेलनें आपल्या 'साउथ इंडियन पॅलिऑग्राफी' नामक पुस्तकांत प्रतिपादन केलें आहे कीं, हिंदुस्थानांतील लोक फिनीशियन लोकांपासून लेखनकला शिकले. त्याच्या मतें या फिनीशियन लोकांचा ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकाच्या अगोदर हिंदुस्थानांत प्रवेश झाला नसल्यामुळें त्यापूर्वी येथील लोकांस लिहिण्याची कला ठाऊक नव्हती (पान ९ पहा). सुप्रसिद्ध प्राचीनवस्तुशोधक जो बुह्लर त्याला उपरिनिर्दिष्ट दोन्हांहि पंडितांचीं मतें मान्य नाहींत. भरतखंडांतील ब्राह्मी लिपीचे वर्ण सेमेटिक अक्षरांपासून, तयार करण्यांत आले असा त्यानें सिद्धांत काढला असून ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांत, किंवहुना त्याहूनहि पूर्वी ब्राह्मी लिपि तयार होण्याचें कार्य संपूर्ण झालें असलें पाहिजे अशी त्याची समजूत आहे. सेमेटिक अक्षरांचा ख्रिस्तपूर्व ८०० च्या सुमारास हिंदुस्थानांत प्रवेश झाला असावा असें त्यास वाटतें. पण आणखी कांहीं प्राचीन लेख उपलब्ध होऊन हिअरॅटिकपासून (मिसर देशांतील पुरोहिती लिपीपासून) फिनीशियनची उत्पत्ति ख्रिस्तपूर्व दहाव्या शतकाच्याहि अगोदर झाली असल्याचें जर पुढेंमागें सिद्ध करतां आलें, तर ख्रिस्तपूर्व दहाव्या शतकांत, किंवहुना त्याच्याहि पूर्वी हिंदुस्थानांत लेखनकलेचें अस्तित्व होतें ही गोष्ट मला कवूल करावी लागेल असें त्यानें म्हटलें आहे (बुह्लर ग्रंथाचें इंग्रजी भाषांतर पान १७ पहा).

शिलालेखांवरून निघणारें अनुमान.—आतां आपण उपलब्ध झालेल्या प्राचीन लेखांवरून भरतखंडांतील लेखनकलेस जास्तींत जास्ती किती प्राचीनत्व देतां येतें तें पाहूं. भूर्जपत्रावर, ताडपत्रावर किंवा कागदावर लिहिलेले लेख हजारों वर्षें टिकणें शक्यच नसल्यामुळें अशा लेखांचा आपल्या कार्यास कितपत उपयोग होईल तें निराळें सांगावयास नको. आजतागायत उपलब्ध झालेल्या भूर्जपत्रावर लिहिलेला सर्वांत जुना संस्कृत ग्रंथ म्हटला म्हणजे खोतान प्रांतांत खडलिक येथें सांपडलेलें 'संयुक्तागम' नांवाचें बौद्ध सूत्र होय. त्याची लिपि इसवी सनाच्या चवथ्या शतकांतील असावी असें तज्ज्ञांचें मत आहे. ताडपत्रावर लिहिलेल्या एका पुरातन नाटकाचा कांहीं भाग सांपडला आहे त्याचा काळ याच्याहि पूर्वीचा आहे. हें नाटक इसवी सनाच्या दुसऱ्या शतकाच्या सुमारास लिहिलेलें असावें असा अंदाज आहे (ल्यूडर्स संस्कृत टेक्स्ट भाग १). मध्यआशियांत यार्कंद शहराच्या ६० मैल दक्षिणेस 'कुगिअर' नांवाच्या गांवीं वेवरला मिळालेले चार संस्कृत ग्रंथ हे भारतीय प्राचीन लिपींत कागदावर लिहिलेले सर्वांत जुने लेख होत. हीं पुस्तकें इसवी सनाच्या पांचव्या शतकाच्या सुमारास लिहिलीं गेलीं असावीं असा तर्क आहे (ज. ए. सो. बंगा;* पु. ६२पान ८).

* Journal of the Asiatic Society of Bengal.

अर्थात् भूर्जपत्रावर, ताडपत्रावर किंवा कागदावर लिहिलेले जे कांहीं लेख आपणांस सांपडले आहेत, त्यांच्या प्रत्यक्ष प्रमाणांवरून हिंदुस्थानांत लेखनकला खरोखर किती प्राचीन कालापासून अस्तित्वांत होती याचा स्थूल अजमास देखील काढतां येणार नाहीं. भूर्जपत्रादि वस्तूंपेक्षां शिलांवर किंवा स्तंभांवर खोदविलेले लेख बरेच अधिक दिवस टिकण्यासारखे असल्यामुळें प्रस्तुत कार्यास आपणांस अशा लेखांचा कांहीं तरी उपयोग होण्याचा संभव आहे. ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांत मौर्यवंशी अशोक राजानें पाषाणांवर व स्तंभांवर कोरविलेले लेख पंजाब, संयुक्तप्रांत, विहार, बंगाल, नेपाळ, ओरिसा, मद्रास इलाख्यांतील गंजम जिल्हा, राजपुतान्यांतील जयपूर संस्थान, माळव्यांतील भोपाळ संस्थान, मुंबई इलाख्यांतील काठेवाड व ठाणें जिल्हा, मध्यप्रांत, हैदराबादचें राज्य व म्हैसूर संस्थान, इतक्या ठिकाणीं सांपडले असल्यामुळें व या लेखांत देशपरत्वें अक्षरांच्या आकृतींमध्येंहि फरक आढळून येत असल्यामुळें, त्या काळीं हिंदुस्थानांतील सर्व भागांत लिहिण्याची कला प्रचलित होती एवढेंच केवळ नव्हे, तर तिचें ज्ञान तेथील लोकांनां त्याच्याहि पूर्वी बऱ्याच वर्षांपासून असलें पाहिजे असें अनुमान निघतें.

अशोकपूर्व अजमीर वडलीस्तंभलेख.— इ. स. १९१२ सालीं पं. गौरीशंकर हीराचंद ओझा यांनां अजमीर जिल्ह्यांत वडली नांवाच्या गांवीं स्तंभावर खोदविलेल्या लेखाचा एक तुकडा मिळाला. तो हल्लीं अजमीर येथील पदार्थसंग्रहालयांत आहे. त्याच्या पहिल्या ओळींत 'वी र[ा] य भ ग व [त]' हीं व दुसऱ्या ओळींत 'च तु रा सि ति व [स]' अशीं अक्षरें खोदलेलीं आहेत. यावरून असें दिसतें कीं हा लेख जैनांचा अंतिम तीर्थंकर जो महावीर त्याच्या निर्वाणाच्या ८४ व्या वर्षी कोरविलेला असावा. हें अनुमान जर बरोबर असलें, तर या लेखाचा काळ ख्रिस्तपूर्व (५२७–८४ =) ४४३ हा निघतो. या लेखाची लिपि अशोकाच्याहि पूर्वीची आहे असें मानावयास कांहीं आधारहि पंडित ओझा यांनीं दिला आहे. या लेखामध्यें 'वीराय' शब्दांतील वी हें अक्षर ठे अशा रीतीनें लिहिलें आहे. यांतील 'व' या व्यंजनास जोडलेल्या 'ई' या स्वराचें अर्धवर्तुलाकृति चिन्ह अशोकाच्या किंवा त्याच्या नंतरच्या कोणत्याहि लेखांत आढळून येत नाहीं. यावरून हें चिन्ह अशोकाच्या पूर्वी रूढ होतें, परंतु त्याच्या काळीं तें प्रचारांतून अजीबात नाहींसें झालें असून त्याऐवजीं निराळेंच चिन्ह व्यंजनास जोडण्यांत येऊं लागलें होतें असें अनुमान निघतें. अशा प्रकारें अशोकाच्या वेळीं फक्त 'ई' या स्वराच्या चिन्हांतच बदल झाला नसावा. महाक्षत्रप रुद्रदामा याच्या गिरनार येथील लेखांत व्यंजनास जोडलेल्या 'औ' या स्वराचें चिन्ह तीन प्रकारचें दिसून येतें. यांतील 'पौ' ह्या अक्षरांतील 'औ'चें चिन्ह अशोककालीनच आहे. परंतु 'नौ' व 'यौ' ह्या अक्षरांतील 'औ' चें

चिन्ह अशोकाच्या किंवा त्यानंतरच्या कोणत्याहि लेखांत आढळून येत नाहीं. यावरून हेंच अनुमान निघतें कीं, त्या चिन्हांचें रूपांतर अशोकाच्या पूर्वीच होऊन गेलें होतें; पण गिरनारच्या लेखकास त्या चिन्हांची माहिती असल्यामुळें त्यानें त्यांचा उपयोग केला. प्रचारांतून गेलेल्या चिन्हाचा मागाहून उपयोग केला गेल्याचें हें कांहीं एकटेंच उदाहरण नाहीं. मेवाडस्थ अपराजित राजाच्या काळांतील वि. सं. ७१८ मधील कुंडेश्वर येथील लेखांत दिसणाऱ्या कुटिल लिपींतील वर जोडलें जाणारें 'आ'चें चिन्ह लुप्त होऊन त्याच्या जागीं आपण व्यंजनाच्या उजव्या अंगास काना देत असतों. परंतु कुटिल लिपींतील उपरिनिर्दिष्ट चिन्हांचें ज्ञान अजूनहि कित्येकांनां असल्याचें पंडित ओझा यांनां आढळून आलें आहे. कारण एखाद्या अक्षरास काना देण्याचें चुकून राहून गेलें व मागाहून चुकीची दुरुस्ती करण्यास उजव्या अंगास जागा नसली, तर कित्येक लेखकांनीं वरच्या बाजूस कुटिल लिपींतील 'आ'चें चिन्ह जोडल्याचें त्यांनीं प्रत्यक्ष पाहिलें आहे.

पि प रा वा पा त्र ले ख.—आतांपावेतों अशोकाच्या पूर्वीचा असा आणखी एकच शिलालेख उपलब्ध झाला असून तो हल्लीं कलकत्याच्या 'इंडियन म्यूझियम' मध्यें आहे. तो नेपाळच्या तराईतील पिपरावा या ठिकाणीं असलेल्या एका स्तूपांत बुद्धाच्या अस्थी ठेविलेल्या पात्रावर कोरलेला सांपडला (पिपरावा पहा). त्याचा काळ अशोकाच्या पूर्वीचा असला पाहिजे असें बुह्लरचें मत आहे— (ज. रॉ. ए. सो; सन १८९८, पान ३८९). पण वस्तुतः तो ख्रिस्तपूर्व ४८७ सालीं बुद्धाचें निर्वाण झाल्यानंतर लवकरच खोदविलेला असावा असें पंडित ओझा यांनां वाटतें. कारण, कुसिनार येथें बुद्धाचें देहावसान झाल्यावर चंदनकाष्ठयुक्त चितेवर त्याच्या देहास अग्नि देण्यांत येऊन, त्याच्या अस्थी राजगृह, वैशाली, कपिलवस्तु, अल्लकप्प, रामग्राम, पावा, वेठदीप व कुसिनार येथील लोकांनीं वांटून घेऊन त्यांवर स्तूप बांधिले. कपिलवस्तु हीं बुद्धाचे वडील शुद्धोदन यांची रहाण्याची जागा होती. अर्थात् पिपरावा येथील स्तूपांत मिळालेल्या अस्थी कपिलवस्तूच्या शाक्य लोकांच्या वांट्याच्या असल्या पाहिजेत, व तेथील स्तूपहि त्यांनीं बुद्धाच्या निर्वाणानंतर लवकरच बांधला असला पाहिजे.

वरील दोन शिलालेखांवरून एवढें सिद्ध होतें कीं, पांचव्या शतकांत देखील भरतखंडांतील लोक लेखनकलेला अनभिज्ञ नव्हते.

ग्रीकांच्या लेखांवरून अनुमान.—ख्रि. पू. ३२६ सालीं ग्रीक बादशहा अलेक्झांडर हिंदुस्थानांत स्वारी करून आला तेव्हां त्याच्या सेनापतींमध्यें निआर्कस नांवाचा एक मनुष्य होता. हा अलेक्झांडरबरोबर पंजाबांत कांहीं दिवस राहिला असून त्यानंतर सिंधुनदींमधून नांवांतून अलेक्झांडरनें जें सैन्य रवाना केलें त्याचें आधिपत्य या माणसाकडेच देण्यांत आलें होतें. निआर्कस यानें अलेक्झांडरच्या स्वारीची जी सविस्तर हकीकत लिहून ठेविली होती तींतील माहिती एरियननें आपल्या 'इंडिका' नांवाच्या पुस्तकांत दिली आहे. तिजवरून असें कळतें कीं, चवथ्या शतकांत हिंदुस्थानांतील लोकांनां रुईपासून कागद तयार करण्याची कृति अवगत होती (मॅ; हि. ए. सं. लि; पान ३६७ व बु. इं. पॅ; पान ६). ख्रिस्तपूर्व ३०६च्या सुमारास सिरियाचा बादशहा 'सिल्यूकस' यानें मौर्यवंशी चंद्रगुप्त राजाच्या दरबारीं 'मिगॅस्थिनेस' नांवाचा आपला एक वकील पाठविला होता. या गृहस्थाचें वास्तव्य हिंदुस्थानांत सुमारें पांच वर्षें होतें. त्यानें ह्या देशासंबंधीं माहिती लिहिलेलें 'इंडिका' नांवाचें पुस्तक जरी आज उपलब्ध नाहीं, तरी त्यांतून ज्या प्राचीन ग्रंथकारांनीं आपल्या पुस्तकांत माहिती घेतली होती त्यांच्या लेखांवरून आज आपणांस असें समजतें कीं, चंद्रगुप्ताच्या वेळीं दहा दहा स्टेडियांच्या (१स्टेडियम् = ६०६ फूट ९इंच) अंतरावर धर्मशाळा कोठें आहे याची माहिती देण्याकरितां व अंतर दर्शविण्याकरितां हिंदुस्थानांतील रस्त्यावर दगड पुरलेले होते (इं. मि; पानें १२५-२६); वर्षप्रतिपदेच्या दिवशीं ज्योतिषी लोक नवीन वर्षाचें फळ सांगत असत (पान ९१); पत्रिका तयार करण्याकरितां जन्मकाल लिहून ठेवण्यांत येत असे (पान १२६); व न्याय स्मृतिवचनानुसार देण्यांत येई (बु. इं. पॅ. पान ६). ग्रीक ग्रंथांतील वर दिलेले हे सर्व उल्लेख लेखनकलेच्या प्राचीनतेचेच निदर्शक आहेत.

बौद्ध ग्रंथांतील लेखनकलेसंबंधीं उल्लेख.—'विनय,' 'सुत्त,' (सूत्र) व 'अभिधम्म' (अभिधर्म) असे बौद्ध ग्रंथांचे तीन विभाग असून त्यांपैकीं प्रत्येकास 'पिटक' असें ह्मणतात. एकेका पिटकांत अनेक ग्रंथ आहेत; व तीनहि पिटकांनां मिळून त्रिपिटक अशी संज्ञा आहे. यांतील 'विनय' पिटकांत बौद्ध साधूंचा आचार कसा असावा हें सांगितलें आहे. या आचारांचा उपदेश खास गौतम बुद्धानेंच आपल्या शिष्य मंडळींस केला असून आपल्या छात्रवर्गापैकीं उपाली हा या विषयांत उत्तम तरबेज झाला आहे अशी स्वतः बुद्धानेंच त्याची प्रशंसा केली होती. बुद्धाचें निर्वाण ज्या वर्षी झालें त्याच वर्षीं, ह्मणजे ख्रिस्तपूर्व ४८७ च्या सुमारास, बुद्धाचा मुख्य शिष्य काश्यप याच्या इच्छेवरून मगध देशाचा राजा अजातशत्रु याच्या मदतीनें राजगृहाजवळ सप्तपर्ण गुंफेच्या विस्तृत पटांगणांत बौद्धांचा प्रथम संघ एकत्र झाला होता. त्या प्रसंगीं उपालीनें तेथें जमलेल्या ५०० 'अर्हत्' मंडळींनां (ह्मणजे वडया वड्या बौद्ध साधूंस) 'विनय' ह्मणून दाखविला.

आ त्म ह त्या प्र शं सा ले ख न नि षे ध, का र कु नीं च्या धं द्या चीं प्र ति ष्ठा.—'विनय' संबंधीं ग्रंथांत लेखनकलेची प्रशंसा केली असून जर कोणी श्रमण आत्महत्येच्या प्रशंसापर कांहीं लेख लिहील, तर त्याच्या हातून त्यांतील अक्षरागणिक 'दुक्कत', (दुष्कृत) होईल असें ह्मटलें आहे; व गृहस्थांच्या मुलांनां लिहिण्याचा धंदा हा सुखानें उपजीविका करण्याचा

एक उत्तम मार्ग आहे असाहि त्यांत उल्लेख आला आहे (डे; बु. इं. पानें १०८-९). ओल्डेनवर्गाच्या मतानें 'विनय' पिटकाचा कांहीं भाग ख्रिस्तपूर्व ४०० सालच्या पूर्वींचा असल्याविषयीं पंडित ओझा यांनीं आपल्या भारतीय प्राचीनलिपिमाला नामक ग्रंथांत सांगितलें आहे (द्वितीयावृत्ति पान ४ पहा); परंतु जोंपर्यंत 'विनय' संबंधीं ग्रंथांतील ज्या वचनांचा वर उल्लेख केला आहे त्यांच्या कालनिर्णयाचें ज्ञान आपणांस झालें नाहीं, तोंपर्यंत उपरिनिर्दिष्ट वचनांवरून आपणांस निश्चित असें कांहींच अनुमान काढतां येत नाहीं.

जा त कां ती ल पु रा वा.—बुद्धानें सांगितलेल्या पूर्व जन्मींच्या कथांनां जातक अशी संज्ञा आहे. अशा सुमारें ५५० कथांचा २२ अध्यायांत संग्रह केलेला आहे. जातकांचें मूळ डॉ. फॉसबॉल यांनीं रोमन लिपींत छापविलें असून यांतील ५४७ जातकांचें इंग्रजी भाषांतर प्रो. कॉवेल यांनीं प्रसिद्ध केलें आहे. प्रत्येक कथेच्या आरंभीं बुद्धानें ती कथा कोणत्या प्रसंगाला अनुलक्षून सांगितली हें दिलें असून, ती संपूर्ण झाल्यावर पूर्व जन्मामध्यें त्या गोष्टीच्या काळीं आपल्या वेळचीं कोणकोणतीं मनुष्यें कोण कोण होतीं याचा उल्लेख करून शेवटीं आपण तेव्हां कोण होतों हेंहि दिलें आहे. भरहूत येथें ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांतील एक स्तूप आहे. त्याच्या कठड्यांवर उपरिनिर्दिष्ट जातकांपैकीं २१ जातकांतील चित्रें दिलीं असून, त्यांतील एकावर तर जातकांतील श्लोकाचा एक चरण जसाचा तसाच खोदविलेला सांपडतो. त्यावरून पंडित ओझा यांनीं बुद्धाचीं जातकें हीं ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकाच्या पूर्वींचीं असावीं असें निश्चित अनुमान काढलें आहे. परंतु ह्या चित्रांवरून एवढेंच निश्चित सांगतां येईल कीं, भरहूतच्या कठड्यांवरील २१ जातकांच्या गोष्टी ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांत किंवा त्याच्याहि पूर्वीं प्रचलित होत्या. त्यांशिवाय वाकीचीं जातकें देखील हल्लींप्रमाणेंच त्या काळीं होतीं, किंवा या २१ जातकांचे पाठहि हल्लीं आहेत तसेच त्या काळीं होते असा सिद्धांत काढावयास आपणांस कांहींच आधार नाहीं. जातकांतील जिन राजांच्या व प्राचीन नगरांच्या उल्लेखांवरून पंडित ओझा म्हणतात त्याप्रमाणें जातककारानें आपल्या गोष्टींत ख्रिस्तपूर्व सहाव्या शतकांतील समाजाचें चित्र रेखाटण्याचा प्रयत्न केला असेल (भारतीय प्राचीनलिपिमाला द्वितीयावृत्ति पान५पहा); पण ज्यानें शेवटीं जातकांचें संकलन केलें त्यानें कांहीं भाग आपल्या मनचा घालून हें चित्र कदाचित् आपल्या वेळच्या समाजावरून काढलें असल्याचा पुष्कळ संभव असल्यामुळें, पंडित ओझा यांनीं दिलेल्या जातकांच्या गोष्टींतील लेखनकलेच्या उल्लेखांच्या आधारावर ख्रिस्तपूर्व सहाव्या शतकांत हिंदुस्थानांत लेखनकला प्रचलित होती असें निश्चयपूर्वक म्हणतां येत नाहीं.

अ क्ष रि का खे ळ.—बौद्ध धर्मग्रंथ जो सुत्तंत (सूत्रांत) त्याच्या प्रथम खंडाच्या पहिल्या अध्यायांतील गौतमबुद्धाच्या संभाषणांच्या संग्रहास 'शील' (म्हणजे आचार कसा असावा त्याविषयीं उपदेश) म्हणतात. बौद्ध लोक तो भाग स्वतः बुद्धाच्या तोंडचाच आहे असें समजतात. पण ऱ्हीस डेव्हिड्स यानें आपल्या 'बुद्धिस्ट इंडिया' नांवाच्या पुस्तकांत तो ख्रिस्तपूर्व ४५० च्या सुमारास संकलित झाला असावा असें दाखविलें आहे. या 'शील' ग्रंथावरून असें दिसतें कीं, त्या भागाच्या संग्रहणकाळीं 'अक्खरिका' (अक्षरिका) नांवाचा एक खेळ समाजांत रूढ होता. या खेळांत एकानें दुसऱ्याच्या पाठीवर, किंवा आकाशांत लिहिलेलें अक्षर दुसऱ्यानें ओळखावयाचें असे (ब्रम्हजाल सुत्त, १४; सामञ्ञ फलसुत्त, ४९; डे; बु. इं; पान १०८). शीलांतील ह्या अक्षरिका खेळाच्या उल्लेखावरून मात्र, ऱ्हीस डेव्हिड्स याच्या कालनिर्णयाच्या आधारावर ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांत हिंदुस्थानांतील लोक लेखनकलेस अनभिज्ञ नव्हते असें बेधडक म्हणतां येईल. या सिद्धांतास वडली व पिपरावा येथें सांपडलेल्या अशोकाच्या पूर्वींच्या दोन शिलालेखांनींहि पुष्टि मिळत असल्यामुळें त्याच्या सत्यतेबद्दल शंका घेण्याचें कांहींच कारण उरलें नाहीं.

पाणिनीच्या अष्टाध्यायीचा पुरावा.—पाणिनीच्या ग्रंथांत त्याच्या काळीं लेखनकला अस्तित्वांत होती असें ज्यावरून अनुमान काढतां येईल असा एकहि शब्द नसल्याचें जें मॅक्समुल्लरचें विधान आहे तें बरोबर नाहीं. कारण पाणिनीनें लिपि, लिवि, लिपिकर व यवनानी हे शब्द तयार करण्याचे जे नियम दिले आहेत त्यांतील 'दिवाविभानिशा ......लिपिलिविवलि ... (३. २. २१) ह्या सूत्रांतील लिपि व लिवि यांचा अर्थ 'लिहिणें' आहे; व 'इंद्रवरुणभव ...... यवयवन' ...... (४- १- ४९) ह्या सूत्राचें विवरण करतांना कात्यायन व पतंजलि यांनीं यवनानी शब्दाचा अर्थहि यवनलिपि असाच केला आहे. यवनानी ह्या शब्दाविषयीं कांहीं विद्वान्, उ. वि. का. राजवाडे, असें म्हणतात कीं अष्टाध्यायींतील तो शब्द केवळ यवन स्त्रीचा वाचक असावा. यवनलिपि असा अर्थ जो कात्यायन व पतंजलि यांनीं केला आहे, तो त्यांनीं स्वकालीन प्रयोगांवरून केला असला पाहिजे असें ते प्रतिपादन करतात (भारत इतिहाससंशोधक मंडळाचा शके १८३२ सालाचा अहवाल व एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिका पुस्तक २८ पान १८० पहा).

अ ने क ग्रं थ प रि च य.–लिपि व लिवि ह्या शब्दांशिवाय पाणिनीच्या ग्रंथांत दुसरे आणखीहि असे पुरावे आहेत कीं, त्यांवरून त्याच्या काळच्या लोकांस लेखनकला अवगत होती असें मानणें प्राप्त होतें. त्याच्या काळीं, कृत, प्रोक्त व उपज्ञात असे तीन प्रकारचे ग्रंथ अस्तित्वांत होते. कृत म्हणजे रचित ग्रंथ (१.३.७५, ४.३.८७, ४.३.१-१६); वेदांच्या शाखांकरितां प्रोक्त हा शब्द वापरला आहे (४.३.१०१); आणि नवीन विषयावर प्रथमच लिहिलेल्या ग्रंथास उपज्ञात हें नांव आहे (४.३.११५ व १.४.२१). 'शिशुक्रन्दय-

मसभद्वन्द्वेंद्रजननादिभ्यश्छः' (४.३.८८) ह्या सूत्रावरून पाणिनीस आपल्या काळच्या कित्येक ग्रंथांची व त्यांच्या विषयांची माहिती होती असें दिसतें. भिक्षुशास्त्र व नाट्यशास्त्र हे दोन सूत्रात्मक ग्रंथ त्याच्या काळीं अस्तित्वांत होते (४.३.११०-११). महाभारत ग्रंथाचाहि अष्टाध्यायींत उल्लेख आला आहे (६.२.३८). ह्यांशिवाय आपिशलि (६.१.९२), स्फोटायन (६.१.१२३), गार्ग्य (८.३.२०), शाकल्य (८.३.१९), शाकटायन (३.४.१११), गालव (६.३.६१), भारद्वाज (७.२.६३), काश्यप (१.२.२५), चाक्रवर्मण (६.१.१३०) व सेनक (५.४.११२), या व्याकरणकारांचीं नांवें व मतेंहि पाणिनीनें प्रसंगोपात आपल्या ग्रंथांत दिलीं आहेत. पाणिनीच्या काळीं लेखनकला अस्तित्वांत नव्हती असें मानलें तर त्याला त्याच्या काळचे सर्व ग्रंथ मुखोद्गत होते असें समजावें लागेल, किंवा ज्यांनीं हे निरनिराळे ग्रंथ मुखोद्गत केले होते त्या सर्वांनां आपल्या समोर बसवून त्यानें आपली अष्टाध्यायी तयार केली असें तरी गृहीत धरावें लागेल!

स्वरितचिन्ह व सूत्ररचनेची सूक्ष्म दृष्टीनें बसविलेली व्यापक पद्धति.—पाणिनीच्या सूत्रात्मक ग्रंथाचें वास्तविक स्वरूप नीट ध्यानांत आणलें तर लेखनकलेच्या अभावीं असला ग्रंथ तयार होणें किती असंभवनीय आहे हें चटकन ध्यानांत येतें. एकच गोष्ट पुन्हां पुन्हां सांगण्याचा प्रसंग येऊं नये म्हणून पाणिनीनें ती प्रथमारंभींच देऊन ही व्यवस्था किती सूत्रांपावेतों चालेल हें स्वरित चिन्हानें दर्शविलें होतें. अशा रीतीनें प्रथमारंभीं उल्लेख केल्या जाणाऱ्या गोष्टींस अधिकार हें पारिभाषिक नांव आहे. हीं अधिकारसूत्रें पाणिनीच्या अष्टाध्यायींत ठिकठिकाणीं दृष्टीस पडतात; तथापि तदंगभूत 'स्वरित' चिन्हांचा मात्र आतां लोप झाला असल्यामुळें तीं कशीं होतीं व कोठें लिहीत असत याची कल्पना पाणिनीच्या ग्रंथावर ज्यांनीं टीका लिहिल्या आहेत त्यांनीं दिलेल्या त्या शब्दाच्या स्पष्टीकरणावरूनच केली पाहिजे. (अष्टाध्यायीवर टीका लिहिल्या गेल्या तेव्हां असुक एक अधिकार कोठपावेतों चालतो हें टीकाकारांनींच आपल्या टीकांत स्पष्ट शब्दांनीं सांगितल्यामुळें 'स्वरित' चिन्हांची आवश्यकता राहिली नाहीं.) वेदाप्रमाणें अष्टाध्यायीच्या पठनांत उदात्त किंवा अनुदात्त स्वराचा भेद नसल्यामुळें 'स्वरित' हें कांहींतरी वर्णपर चिन्ह असलें पाहिजे, असें आपणांस 'स्वरितो नाम स्वरविशेषो वर्णधर्मो न स्वरधर्मः' ह्या पाणिनिसूत्र १-३-११ वरील काशिकेवरून व 'एकश्रुत्या सूत्राणां पाठात्' ह्या पतंजलीच्या महाभाष्याच्या पहिल्या आन्हिकावरील कैयटाच्या टीकेवरून कळतें. पतंजलीनें आपल्या महाभाष्यांत कात्यायनाचा असा आधार दिला आहे कीं, 'यावतिथोऽलनुबंधस्तावतो योगानितिवचनात्सिद्धम्' म्हणजे एखाद्या अधिकारसूत्राची व्यवस्था पुढील जितक्या सूत्रांपावेतों चालावयाची असेल तेवढया सूत्रांच्या आंकड्याला निदर्शक वर्ण अधिकारसूत्राला पाणिनि जोडत असे. शिवसूत्रांत दिलेले 'अ, इ, उ' इत्यादि वर्ण अनुक्रमें १, २, ३ इत्यादि आंकड्यांबद्दल पाणिनीनें योजिले होते असें कात्यायनानें मानिलें आहे. कैयटानें याचें असें एक उदाहरण दिलें आहे कीं, पाणिनीच्या ५, १, ३० ह्या सूत्रावर इ हा अनुबन्ध लाविला असतां त्याचा अर्थ या सूत्राचा अधिकार दोन सूत्रांपावेतों चालेल असा होतो. पतंजलीनें यावर 'अथेदानीं यत्राल्पीयांसोऽलः भूयसश्च योगानधिकारोऽनुवर्तते कथं तत्र कर्तव्यं' ह्मणजे अधिकारसूत्राची व्यवस्था पुढील जितक्या सूत्रांपर्यंत चालावयाची असेल तितके वर्णच शिवसूत्रांत नसतील तेव्हां काय करावयाचें अशी शंका काढून तिजवर कात्यायनाचेंच पुनः असें समाधान दिलें आहे कीं, 'भूयसि प्राग्वचनं' ह्मणजे पतंजलि ह्मणतो कीं, 'भूयसि प्राग्वचनं कर्तव्यं भूयसि प्रागमुत इति वक्तव्यम्.' याचा अर्थ असा कीं पुढें येणाऱ्या असुक शब्दापावेतों असें तेथें म्हणावें. उदाहरणार्थ, सूत्र १.४.५६ मध्यें 'प्राग्रीश्वरान्निपाताः,' म्हणजे पुढें येणाऱ्या रीश्वर शब्दाच्या अगोदरपावेतों सर्व निपात समजले जावे असें सांगितलें आहे. सूत्र १.४.९७त रीश्वर शब्द आला असून तेथें हा अधिकार समाप्त होतो. या ठिकाणीं एक गोष्ट ध्यानांत ठेवण्यासारखी आहे ती ही कीं, पाणिनीनें ईश्वर शब्द न ठेवतां त्याच्या जागीं कृत्रिम 'रीश्वर' शब्द योजिला आहे. कारण असें कीं त्यानें ईश्वर शब्द वापरला असता तर त्या सूत्रांत अतिव्याप्तीचा दोष येऊन पुढें आलेल्या 'ईश्वरे तो सुन्कसुनौ' (३.४.१३) ह्या सूत्रांतील ईश्वर शब्दापावेतों त्याचा अधिकार पोचण्याचा संभव होता.

याशिवाय पाणिनीनें स्वतःच्या धातुपाठांतून 'फणादि सात धातूंनां' (६.४.१२५), 'जक्षिति आदिकरून सहा धातू' (६.१.६) असे आपल्या अष्टाध्यायींत ठिकठिकाणीं हवाले दिले असल्याचे आढळून येतात.

अशा प्रकारचा व्याकरणग्रंथ लेखनकला आस्तित्वांत नसतांना होणें किती असंभवनीय आहे हें कोणासहि सहज दिसून येईल. पंडित ओझा यांचें तर असें मत आहे कीं, अष्टाध्यायीसारखा सूत्रात्मक ग्रंथच काय, पण व्याकरण शास्त्रावरील कोणताहि ग्रंथ लेखनकलेच्या अभावीं तयार होणें शक्य नाहीं. कोणत्याहि भाषेचें व्याकरण तयार होण्यास त्या भाषेंत अगोदर कांहीं लेखनिबद्ध वाङ्मय असावें लागतें. वाङ्मयाचा काळजीपूर्वक अभ्यास केल्याशिवाय व्याकरणविषयक नियम बनविणें दुरापास्त आहे. हिंदुस्थानांतील ज्या असंस्कृत प्राथमिक जातींच्या भाषांत लेखनिबद्ध वाङ्मयाचा अभाव आहे त्यांच्या भाषांचीं व्याकरणें यूरोपीय पंडितांनीं अगदीं अलीकडेच तयार केलेलीं आहेत हें विसरतां कामा नये. फार तर काय, हिंदुस्थानांतील ज्या भाषांचीं व्याकरणें झालीं आहेत त्या भाषा बोलणाऱ्या समाजांतील निरक्षर लोकांपैकीं एकासहि व्याकरणांतील पारिभाषिक शब्दाचें ज्ञान असलेलें आढळून येत नाहीं.

लेखन व वर्णपृथक्करण यांचें संस्कृतिविकासांतील पौर्वापर्य.— संस्कृतीच्या इतिहासांत सर्व जगाचें अवलोकन केलें तर असें दिसतें कीं चित्रलिपीच्या पुढील पायरी मातृका लिपि आहे. मातृका लिपि देखील एकाएकीं उत्पन्न होत नाहीं. शब्दांचें वर्णानुसार पृथक्करण करण्यापूर्वी पादपृथक्करण, म्हणजे अवयव ह्याच जणूं काय एक वर्ण समजून पृथक्करण करण्यांत येतें. आणि हें देखील चित्रलिपीशीं परिचय झाला आणि नवीन शब्दांस चित्रें शोधण्यांचा त्रास पडूं लागला म्हणजे होऊं लागतें. भाषेंतील वर्णांस निरनिराळे करण्याकडे एकाएकीं प्रवृत्ति होत नसल्यामुळें, ज्या कालीं भाषेंतील वर्ण अत्यंत सूक्ष्म तऱ्हेनें तपासले गेले असतात त्या कालीं लेखनकला अस्तित्वांत नव्हती हें संभवनीय दिसत नाहीं.

पाणिनीचें पूर्वसंचित.—पाणिनीनें आपली अष्टाध्यायी रचली तेव्हां व्याकरण विषयावर कित्येक ग्रंथ तयार झालेले होते हें आपण वर पाहिलेंच. 'यस्कादिभ्यो गोत्रे' (२-४-६३) ह्या पाणिनीच्या सूत्रावरून यास्काचें निरुक्त त्याच्या अगोदरचें होतें असें माहीत पडतें. यास्कानेंहि आपल्या ग्रंथांत औदुंबरायण (१-२-१७), क्रोष्टुकी (८-२-१), शतवलाक्ष (११-६-३), मौद्गल्य (७-१४-६), शाकपूणि (१-३-३), शाकटायन (१०-१-३), स्थौलाष्ठीवी (१०-८-९), आग्रायण (१०-८-१०), औपमन्यव (७-१५-१), और्णवाभ (८-५-३), कात्थक्य (१-१५-२), कौत्स (१-३-५), गार्ग्य (४-३-२), गालव (३-१५-१), चर्मशिरस् (४-३-२), तैटीकि (१-२-८), वार्ष्यायणि व शाकल्य (६-२८-३) या व्याकरणकारांचा व निरुक्तकारांचा उल्लेख केलेला आहे. यांतील फक्त गार्ग्य, शाकटायन, गालव व शाकल्य यांचींच नांवें पाणिनीच्या ग्रंथांत आलीं आहेत. यावरून असें दिसतें कीं पाणिनि व यास्क यांच्या अगोदर व्याकरणावर व निरुक्तावर अनेक ग्रंथ होऊन गेले होते, पण आज त्यांपैकीं एकहि उपलब्ध नाहीं.

श्रुतिग्रंथांतील व्याकरणविषयक उल्लेख.—वास्तविक पाहिलें असतां व्याकरणशास्त्राचे पारिभाषिक शब्द उपनिषदांपासून वेदसंहितांपावेतों सर्वच ग्रंथांत मधून मधून आढळून येतात. छांदोग्योपनिषदांत अक्षर [हिंकार इति त्र्यक्षरं प्रस्ताव इति त्र्यक्षरं तत्समं। १। आदिरिति द्व्यक्षरं (छांदोग्योपनिषद् २.१०)]; ईकार, ऊकार व एकार [अग्निरीकार आदित्य ऊकारो निहव एकारः (छांदोग्योपनिषद् १.१३)]; स्वर, ऊष्मन् व स्पर्शवर्ण [सर्वे स्वरा इन्द्रस्यात्मानः सर्वे ऊष्माणः प्रजापतेरात्मानः सर्वे स्पर्शा मृत्योरात्मानो यदि स्वरेषूपालभे तेन्द्र ९ शरणं ... (छांदोग्योपनिषद् २. २२.३)]; हे शब्द सांपडतात, व तैत्तिरीय उपनिषदांत वर्ण व मात्रा या शब्दांचा उल्लेख आलेला आहे [वर्णः स्वरः। मात्रा बलम् (तैत्तिरीयोपनिषद् १. १)]. ऐतरेय आरण्यकांत ऊष्मन्, स्पर्श, स्वर, अंतःस्थ [तस्यैतस्यात्मनः प्राण ऊष्मरूपमस्थीनि स्पर्शरूपं मज्जानः स्वररूपं मांसं लोहितमित्येदन्यच्चतुर्थमन्तःस्था रूपमिति (ऐ० आ० ३. २.१)]; व्यंजन व घोष [तस्य यानि व्यंजनानि तच्छरीरं यो घोषः स आत्मा य ऊष्माणः स प्राणः (ऐ० आ० २.२.४)]; हे व्याकरणांतील पारिभाषिक शब्द आले असून नकार व णकार आणि सकार व षकार यांच्यामध्यें भेद केलेला आढळून येतो [स यदि विचिकित्सेत्सणकारं ब्रवाणो ३ँ अणकारा ३ँ इति......सषकारं ब्रवाणो ३ँ अषकारा ३ँ इति (ऐ. आ. ३. २.६)] व संधि [पूर्वमेवाक्षरं पूर्वरूपमुत्तरमुत्तररूपं योऽवकाशः पूर्वरूपोत्तररूपेऽन्तरेण येन संधिं विवर्तयति येन स्वरास्वरं विजानाति येन मात्रामात्रां विभजते......संधिविज्ञपनो साम...... (ऐ० आ० ३. १-५)] शब्दांचेंहि विवेचन मिळतें. या बहुतेक सर्व गोष्टी शांखायन आरण्यकांतहि आलेल्या आहेत. शतपथ ब्राह्मणांत एकवचन व बहुवचन यांमध्यें [अथो नेदेकवचनेन बहुवचनं व्यवायामेति (शतपथ ब्रा० १३.५-१-१८)] भेद केलेला दिसून येतो; व व्याकरणांतील तीनहि लिंगांचा [त्रेधाविहिता इष्टका उपधीयन्ते पुंनाम्न्यः स्त्रीनाम्न्यो नपुंसकनाम्न्यस्त्रेधाविहितानि उ एवेमानि पुरुषस्याङ्गानि पुंनामानि स्त्रीनामानि नपुंसकनामानि (शतपथ ब्राह्मण १०. ५-१-२); वाक् ह एवैतत्सर्वं यत्स्त्री पुमान् नपुंसकं (शत. ब्रा. १०-५-१-३)] उल्लेख सांपडतो. तैत्तिरीय संहितेंतील ऐंद्रवायव ग्रहाच्या ह्मणजे सोमपात्राच्या कथेंत इंद्रानें आपणास व वायूस अशा दोघांनां मिळून एकच सोमपात्र दिलें जावें असा वर मागून घेऊन भाषेचें व्याकरण केलें असें ह्मटलेलें आहे [वाग्वै पराच्यव्याकृतावदत्. ते देवा इन्द्रमब्रुवन् 'इमां नो व्याकुरु' इति सोऽब्रवीद्वरं वृणै मह्यं चैवैष वायवे च सह गृह्याता इति तस्मादैन्द्रवायवः सह गृह्यते. तामिन्द्रो मध्यतोऽवक्रम्य व्याकरोत्तस्मादियं व्याकृता वागुद्यते. तस्मात्सकृदिन्द्राय मध्यतो गृह्यते...... (तैत्ति. सं. ६.४,७)]. शतपथ ब्राह्मणांतहि निरुक्त व निर्वचन हे शब्द योजून तीच कथा सांगितलेली आहे [शतपथ ब्राह्मण ४. १-३-१२, १५-१६]. ऐतरेय ब्राह्मणांत ॐ हें अक्षर अकार, उकार व मकार ह्या तीन वर्णांच्या संयोगानें झालें असल्याचें दाखविलें आहे [तेभ्यो ऽभितप्तेभ्यस्त्रयोवर्णा अजायन्ताकार उकारो मकार इति तानेकधा समभरत्तदेतदो ३ँ इति (ऐ. ब्रा. ५-३२). त्याचप्रमाणें कौशीतकी ब्राह्मण (२६-५) व आश्वलायन श्रौतसूत्र (१०-४) यांतहि असेंच म्हटलें आहे].

वर जीं श्रुतिग्रंथांतील व्याकरणविषयक पारिभाषिक शब्दांच्या उल्लेखांचीं उदाहरणें दिलीं आहेत, त्यांवरूनच केवळ आपणांस त्या काळांतील लोकांच्या व्याकरणासंबंधीं ज्ञानाचें अनुमान काढतां येत नाहीं. कारण वेद, ब्राह्मणें, आरण्यकें किंवा उपनिषदें हे कांहीं व्याकरणविषयावरील शास्त्रीय ग्रंथ नाहींत. विषयाच्या अनुसंधानानें व्याकरणशास्त्रांतील जेवढे शब्द सहजगत्या येऊं शकले तेवढेच फक्त आपणांस ह्या ग्रंथांत पहावयास मिळतात. त्या काळांतील व्याकरणग्रंथ आज

उपलब्ध नाहींत तरी हे शब्द मूळ व्याकरणशास्त्रांतच घडले गेले असले पाहिजेत हें उघड आहे. पाणिनीच्या व यास्काच्या पूर्वी व्याकरणविषयावर स्वतंत्र ग्रंथ झाले होते हें त्यांच्या ग्रंथांतील निरनिराळ्या प्राचीन व्याकरणकारांच्या व निरुक्तकारांच्या नांवांच्या व मतांच्या उल्लेखांवरून सिद्ध झालें आहे. अर्थात् श्रुतिग्रंथ रचले जात असतांना व्याकरणशास्त्राचाहि अभ्यास होत होता असें मानणें प्राप्त होत असून ज्या अर्थी लेखनिबद्ध वाङ्मयाच्या अभावीं व्याकरण विषयावरील ग्रंथ तयार होणें संभवनीय दिसत नाहीं, त्या अर्थी वेदांइतक्या प्राचीन काळींहि भरतखंडांतील लोक लेखनकलेस अनभिज्ञ नव्हते असें अनुमान करावें लागतें.

वेदकालीन छंदःशास्त्र.–ऋग्वेदामध्यें गायत्री, अनुष्टुभ्, बृहती, विराज्, त्रिष्टुभ्, व जगती इतक्या छंदांचीं नांवें आलीं आहेत [ऋग्वे. सं. १०. १४, १६; १०. १३२, ३; ४.] वाजसनेयि संहितेंत यांशिवाय पंक्ति छंदाचेंहि नांव सांपडतें व द्विपदा, त्रिपदा, चतुष्पदा, षट्पदा व ककुभ् इत्यादि छंदांतील भेद दिले आहेत [यजु. वाज. सं. ११. ८; १४. १९; २३. ३३; २८. १४, इत्यादि]. अथर्व वेदामध्यें निरनिराळ्या ठिकाणीं निरनिराळ्या छंदांचीं नांवें आलीं असून शिवाय एके ठिकाणीं एकंदर ११ छंद असल्याविषयीं उल्लेख आला आहे [अथ. सं. ८. ९, १९]. शतपथ ब्राह्मणांत मुख्य छंद आठ आहेत असें म्हटलें आहे [विराडष्टमानि छन्दांसि (श. ब्रा. ८. ३, ३, ६]; व तैत्तिरीय संहिता [सप्ताक्षरं प्रथमं पदं अष्टाक्षराणि त्रीणि ......यदष्टाक्षरा तेन गायत्री यदेकादशाक्षरा तेन त्रिष्टुभ्यद् द्वादशाक्षरा तेन जगती......सप्तपदा शक्वरी (तै. सं. ६. १,१,६;७)], मैत्रायणी संहिता [अनुष्टुभं...चतुर्धा ह्येतस्या अष्टा अष्टा अक्षराणि बृहतीं...चतुर्धा ह्येतस्या नव नवाक्षराणि। इत्यादि (मै. सं. १. ११, १०)], काठक संहिता [गायत्रीं ......चतुर्धा हि तस्याःषट् षडक्षराणि उष्णिहं......चतुर्धा हि तस्यास्सप्त सप्ताक्षराणि । इत्यादि (का. सं. १४.४)] व शतपथ ब्राह्मण [द्वादशाक्षरा वै जगती । ४ ।...... षट्त्रिंशदक्षरा बृहती...... । ८ ।......दशाक्षरा विराट् । ११ । (श. ब्रा. ८-३-३) इत्यादि] यांमध्यें कित्येक छंदांतील अक्षरांची संख्या दिली असून त्यांच्या प्रत्येक पादांत किती किती अक्षरें असतात हें देखील सांगितलें आहे.

वैदिक काळांत छंदोबद्ध श्लोक रचले जात होते यांत मोठेंसें नवल नाहीं. कारण लिहितां वाचतां न येणारीं माणसें देखील छंदोबद्ध कवन करूं शकतात. याचें प्रत्यक्ष उदाहरण म्हटलें म्हणजे, हिंदुस्थानांतील स्त्रीसमाजांत ९५ पैकीं फक्त एकाच बाईस लिहितां वाचतां येत असूनहि (हिंदुस्थानच्या १९११ सालच्या खानेसुमारीचा अहवाल पुस्तक १, भाग २, पानें ७०-७१ पहा), त्यांच्यामध्यें ईश्वरोपासनापर, देवतादिकांच्या स्तुतिपर व वेदांताचीं उपदेशपर जा गाणीं आज प्रचलित आहेत, त्यांचा जर कोणीं संग्रह केला तर वेदसंहितांहूनहि एक बरेंच मोठें वाङ तयार होण्याचा संभव आहे. ह्या गाण्यांचा जर कोणीं अभ्यास केला तर त्यांतून कित्येक नवीन नवीन छंद निघतील. परंतु तीं गाणीं लिहून ठेविलेलीं नसल्यामुळें ज्या स्त्रियांनीं तीं पाठ करून ठेविलेलीं आहेत त्यांनां देखील त्यांच्या छंदांचें लेशमात्रहि ज्ञान होऊं शकलें नाहीं. वास्तविक पाहतां छंदःशास्त्र तयार करणाऱ्या माणसास छंदोबद्ध वाङ्मयाचा काळजीपूर्वक अभ्यास करून प्रत्येक छंदांतील अक्षरांच्या किंवा मात्रांच्या संख्येप्रमाणें त्यांचें वर्गीकरण करून प्रत्येक वर्गाचें कांहींतरी नांव ठरवून टाकावें लागतें. अशा रीतीनें निश्चित झालेलीं नांवें मग लोकांमध्यें प्रचारांत येतात. वेदकालीन समाज जर निरक्षर असता तर त्या वेळच्या लोकांनां आपल्या कवनांतील छंदांचें ज्ञान कधींहि झालें नसतें. ब्राह्मणांत व वेदांत निरनिराळ्या छंदांचीं नांवें व त्यांतील अक्षरांची संख्याहि दिलेली सांपडते, या गोष्टीवरून त्या काळीं हिंदुस्थानांत लेखनकला चांगल्या परिणतावस्थेंत असली पाहिजे असेंच अनुमान निघतें.

अंकज्ञानः—ऋग्वेदामध्यें नाभानेदिष्टानें एक हजार अष्टकर्णी गाई दान करण्याकरितां सावर्णि राजाची स्तुति केली आहे [' सहस्रं मे ददतो अष्टकर्ण्यः ' (ऋग्वेद सं. १०.६२,७)]. या ठिकाणीं अष्टकर्णी गाय म्हणजे जिच्या, कानावर आठाच्या आंकड्याचें चिन्ह केलें आहे अशी गाय असाच केला पाहिजे [कर्णे लक्षणस्याविष्टाष्टपञ्चमणिभिन्नच्छिन्नछिद्रस्रुवस्वस्तिकस्य (६. ३, ११५); कर्णो वर्णलक्षणात् (६. २, ११२) हीं पाणिनीचीं सूत्रें व त्यांवरील काशिकेंतील व्याख्यान पहा]. कारण वेदकाळांतील ऋषी आपापल्या गाई ओळखतां याव्या म्हणून त्यांच्या कानांवर कांहींतरी खूण करीत असत असें मानण्यास पुष्कळ आधार आहे [अथर्व सं. ६.१४१; व १२.४,६ आणि मैत्रायणी सं. ४.२,९ पहा]. मैत्रायणी संहितेंत तर हें चिन्ह कोणत्या मुहूर्तावर करावें व कसें करावें या संबंधांत एक प्रकरणचें प्रकरण दिलें आहे. प्रत्येक ऋषीचें अलग अलग चिन्ह असून त्या चिन्हावरून गाईस नांव असे. उदाहरणार्थ, वसिष्ठाची स्थूणाकर्णी (म्हणजे स्तंभचिन्हांकित) इत्यादि.

वेदकाळांत जुगार खेळण्याची चाल बरीच प्रचारांत होती. राजसूय यज्ञांत ' अभिभूरसि ' हा मंत्र म्हणून यजमानाच्या हातीं पांच अक्ष देण्याचा विधि आहे [यजु. वाज.सं. १०.२८]. या पांच [कृतमयानां...त्रेतायानां... द्वापरोऽयानां...... आस्कंदोऽयानां...अभिभूरयानां ' (तैत्ति. सं. ४.३,३). अक्षराजाय कितवं कृतायादिनवदर्शं त्रेतायै कल्पिनं द्वापरायाधिकल्पिनमास्कंदाय सभास्थाणुं (यजु. वाज. सं. ३०.१८). यांतील अक्षराज म्हणजेच कलि.] अक्षांपैकीं पांचाचा आंकडा असलेल्या [' अथ ये पञ्च कलिः सः ' (तैत्ति. ब्रा. १.५, ११,१) कलि नांवाच्या अक्षाचेंच दुसरें नांव ' एष वा अयानभिभूर्यत्कलिरेषहि सर्वानयानभिभवति ' [शतपथ

ब्राह्मण ५.५,४,६; तैत्तिरीय ब्राह्मण ३.४.१.१६ व यजु. वाज. सं. ३०.१८ हीं ऐकमेकांशीं मिळवून पाहिलीं असतां कळून येईल कीं, कलि = अभिभू = अक्षराज.] अभिभू असून, तो जिंकणारा अक्ष होता म्हणून 'अभिभूरसि' या मंत्राचा अर्थ तूं जिंकणारा आहेस असा होतो. दुसऱ्या एका जुव्याच्या खेळांत कृत, त्रेता, द्वापर व कलि या नांवाचे जे चार अक्ष वापरीत असत त्यांवर अनुक्रमें ४, ३, २ व १ हे अंक खोदविलेले होते [रॉथ व बोथलिंग यांचा संस्कृत कोश (वार्टेबुख्)]. या चार अक्षांपैकीं चोहोंचा आंकडा असलेला कृत हा जिंकणारा अक्ष होता [कलिःशयानो भवति संजिहानस्तु द्वापरः । उत्तिष्ठंस्त्रेता भवति कृतं संपद्यते चरन् ॥ चरैव ॥ (ऐतरेय ब्रा. ७.१५). अर्थः— कलि (नांवाचा अक्ष) निजला आहे, द्वापरानें आपलें स्थान सोडलें आहे, त्रेता अजून उभा आहे व कृत चालून राहिला आहे (तुला यश मिळण्याची आशा आहे). यत्न करीत रहा; 'कृतं यजमानो विजिनाति' (आपस्तंब श्रौतसूत्र ५. २०१); कृतं मे दक्षिणे हस्ते जयो मे सव्य आहितः' (अथर्व सं. ७.५० [५२]. ८); 'समेतु विश्वतो भगो अन्तर्हस्तं कृतं मम' (अथ. सं. ७-५० [५२]. ८); 'चतुरश्चिद्ददमानाद्बिभीयादा निधातोः (ऋग्वे. सं. १. ४१,९); 'यथा कृताय विजितायाधरेयाः संयन्त्येवमेनं सर्वं तदभिसमेति यत्किं च प्रजाः साधु कुर्वन्ति' (छांदोग्य. उपनि., ४. १४. ६) यावरील शंकराचार्यांचें भाष्य—'कृतो नाम अयो द्यूतसमये प्रसिद्धश्चतुरङ्कः स यदा जयति द्यूते प्रवृत्तानां तस्मै विजिताय तदर्थमितरे त्रिद्वे[?]काङ्काः अधरेयाः त्रेताद्वापरकलिनामानः संयन्ति संगच्छन्ते अन्तर्भवन्ति']. ऋग्वेदांतील एक सबंध सूक्तचें सूक्त [ऋग्वे. सं. १०. ३४] एका जुगाऱ्याच्या विलापानें भरलेलें आहे. त्यांत तो ह्मणतो कीं, एकपर अक्षामुळें मी आपली पतिव्रता स्त्री गमावून बसलों. येथें एकपरचा अर्थ ज्याच्यावर एक ह्या आंकड्याचें चिन्ह आहे तो अक्ष. द्वापर व त्रेता हीं नांवेंहि त्या त्या अक्षावरील अंकाच्या चिन्हावरूनच पडलीं असावीं. पाणिनीच्या 'अक्षशलाकासंख्याः परिणा' (२.१-१०) या सूत्रावरून व कात्यायनाच्या, पतंजलीच्या व काशिकेंतील त्या सूत्राच्या व्याख्यानावरूनहि वरील अनुमानासच पुष्टि मिळते. कारण त्यावरून आपणांस असें कळतें कीं, परि ह्या शब्दाचे 'वाईट अक्ष' या अर्थी अक्ष व शलाका या शब्दाप्रमाणें एक, द्वि, त्रि व क्वचित् प्रसंगीं चतुः इतक्या संख्यावाचक शब्दांशीं अव्ययीभाव समास होत असत [उदाहरणार्थ अक्षपरि, शलाकापरि, एकपरि, द्विपरि इत्यादि] व अक्ष व शलाका या शब्दांशीं तो एकवचनांतच होत असल्यामुळें ['अक्षेण विपरीतं वृत्तम्' अक्षपरि], द्वि, त्रि व चतुः या शब्दांशींहि तो एकवचनांतच होत असला पाहिजे. अर्थात् एक, द्वि, त्रि व चतुः हे शब्द एक, दोन, तीन व चार ह्या अर्थी वापरले नसून तेथें त्यांचा त्या त्या अंकाचें चिन्ह ज्यांवर आहे असे अक्ष असाच अर्थ केला पाहिजे हें उघड आहे.

गणितज्ञान.—अथर्ववेदामधील एका सूक्तांत असें ह्मटलें आहे कीं, मीं तुमच्या जवळून संलिखित ह्मणजे जुव्याच्या हिशेवांत तुह्मीं जिंकून घेतलेलें ह्मणून लिहून ठेविलेलें धन व संरुध ह्मणजे पणास लाविलेलें धन – असें जिंकून घेतलें [अजैषं त्वा संलिखितमजैषमुत संरुधम्' (अथर्व सं. ७.५०(५२),५]. यावरून त्या काळीं जुगार खेळत असतांना जिंकलेल्या द्रव्याचा हिशेब लिहून ठेवण्याची वहिवाट होती असें दिसतें. यजुर्वेदाच्या वाजसनेयि संहितेंतील पुरुषमेध प्रकरणांत जेथें निरनिराळीं कामें करणाऱ्या पुष्कळशा माणसांची मोजदाद करविली आहे तेथें गणक म्हणजे गणित करणारा या शब्दाचाहि उल्लेख आला आहे ['ग्रामण्यं गणकमभिक्रोशकं तान्महसे (यजु. वाज. सं. ३०. २०). त्याच संहितेंत एक, दश (१०), शत (१००), सहस्र (१,०००), अयुत (१०,०००), नियुत (१,००,०००), प्रयुत (१०,००,०००), अर्बुद (१,००,००,०००), न्यर्बुद (१०,००,००,०००), समुद्र (१,००,००,००,०००), मध्य (१०,००,००,००,०००), अन्त (१००,००,००,००,०००) व परार्ध (१०००,००,००,००,०००) एवढ्या संख्या दिल्या आहेत (यजु. वाज. सं. १७. २). याचप्रमाणें संख्या तैत्तिरीय संहितेंतहि आढळून येतात (तै. सं. ४. ४०,११-४; ७.२-२०-१). थोड्या बहुत फेरफारानें त्या मैत्रायणी (२.८,१४) व काठक (३९. ६) संहितांत देखील सांपडतात.

सामवेदाच्या पंचविंश ब्राह्मणांत एके ठिकाणीं यज्ञांतील दक्षिणेसंबंधीं उल्लेख आला आहे. तेथें १२ [कृष्णल] भार सोनें ही सर्वांत लहान दक्षिणा सांगितली असून नंतर ती प्रत्येक वेळेस द्विगुणित होत होत शेवटच्या सर्वांत मोठ्या दक्षिणेचा आंकडा ३,९३,२१६ या संख्येपावेतों जाऊन पोंचला आहे (पंचविंश ब्रा. १८. ३).

शतपथ ब्राम्हणांतील अग्निचयन प्रकरणांत पुढें दिल्याप्रमाणें हिशेब केलेला पहावयास सांपडतो. ऋग्वेदांतील अक्षरें घेऊन प्रजापतीनें त्यांचे बृहती छंदाचे १२००० श्लोक केले. (बृहती छंदाच्या एका श्लोकांत ३६ अक्षरें असल्यामुळें) अर्थात् ऋग्वेदाचीं एकंदर १२०००×३६ = ४,३२,००० अक्षरें झालीं. याचप्रमाणें यजुर्वेदाचे ८००० व सामवेदाचे ४००० बृहती छंदाचे श्लोक झाले असल्यामुळें त्या दोन्ही वेदांचीं मिळूनहि ४, ३२,००० अक्षरें झालीं. याच अक्षरांतून पंक्ति छंदाचे श्लोक केले तर, (पंक्ति छंदांतील एका श्लोकांत पांच पाद व प्रत्येक पादांत ८ अक्षरें, याप्रमाणें सबंध श्लोकांत ४० अक्षरें असल्यामुळें) ते (४,३२,०००÷४० =) १०,८०० होतात. तितकेच यजुः व साम या दोघांचे मिळून पंक्ति छंदाचे श्लोक होतात. एका वर्षाचे मुहूर्तेहि (३६०×३० =) १०,८०० च होतात. अर्थात् एका वर्षाचे

जितके मुहूर्त त्याच्या दुप्पट तीनहि वेदांचे मिळून पंक्ति छंदाचे श्लोक होतात [शतपथ ब्रा. १०.४,२,२२-२५].

शतपथ ब्राह्मणांतच समयाविभागाच्या विषयांत लिहिलें आहे कीं, अहोरात्राचे ३० मुहूर्त, एका मुहूर्ताचे १५ क्षिप्र, एका क्षिप्राचे १५ एतर्ही, एका एतर्हीचे १५ इदानीं व एका इदानींचे १५ प्राण असतात (शतपथ ब्रा. १२-३-२-१). अर्थात् अहोरात्राचे एकंदर १५,१८,७५० प्राण होतात. या गणनेप्रमाणें एक प्राण म्हणजे हल्लींच्या कालगणनेंतील सेकंदाचा सतरांशावा हिस्सा होतो.

सारांश ऋग्वेदकाळांत निदान आठापावेतों अंकांकरितां तरी लिखित चिन्हें होतीं; यजुर्वेदकाळांत महापद्माइतक्या मोठ्या संख्येचेंहि हिंदुस्थानांतील लोकांस ज्ञान होतें; अथर्व वेदाच्या काळीं जुगार खेळतांना पैशाचा हिशेव लिहून ठेवण्याची वहिवाट होती व शतपथ ब्राह्मणाच्या कर्त्यास निदान गुणाकारभागाकाराइतकें तरी गणित विषयाचें उत्तम ज्ञान असून त्याच्या काळीं सेकंदाच्या सतरांशाव्या हिश्शाइतका सूक्ष्म कालविभाग करण्याची आवश्यकता भासत होती.

आतां आपणांस हें पहावयाचें आहे कीं लेखनकलेच्या अभावीं गणित विषयाचें इतकें ज्ञान प्राप्त करून घेणें मनुष्यास शक्य आहे किंवा नाहीं. निरक्षर माणसास महापद्माइतकी मोठी संख्या व सेकंदाच्या सतरांशाइतका सूक्ष्म कालविभाग, या दोन्हीहि गोष्टींचें ज्ञान असणें संभवनीय दिसत नाहीं. ग्रीक लोकांना जेव्हां लिहितां वाचतां येत नव्हतें तेव्हां त्यांनां १०,००० पेक्षां अधिक मोठी संख्या ठाऊक नव्हती, व त्याच परिस्थितींत रोमन लोकांची उडी तर १००० इतक्या लहान संख्येच्याहि पलीकडे गेली नव्हती. आज हिंदुस्थानांतील निरक्षर लोकांस १०० पावेतों अंक देखील चांगल्या रीतीनें मोजतां येत नाहींत. त्यांनां फक्त २० पावेतों आंकड्यांचेंच उत्तम ज्ञान असल्याचें दृष्टीस पडतें. सदुसष्ठ म्हटलें कीं लागलाच ते सदुसष्ठ म्हणजे किती असा प्रश्न विचारितात. सदुसष्ट म्हणजे तीन वीस व सात असें जेव्हां त्यांनां सांगावें तेव्हां त्या संख्येची कांहीं कल्पना त्यांनां होऊं शकते. वस्तुस्थिति अशी असतांना महापद्माइतकी मोठी संख्या जाणणाऱ्या लोकांस लेखनकलेचें ज्ञान नव्हतें असें विधान करणें वरेंच धाष्ट्यांचें होईल.

शतपथ ब्राह्मणाच्या कर्त्यांसमोर जर वेदांची पोथी नसती तर तीनहि वेदांतील अक्षरांच्या संख्येची गणना करणें त्याला शक्य तरी कसें झालें असतें ? वाटेल तेवढा बुद्धिमान् निरक्षर माणूस घेतला तरी त्याला वेदांच्या सहस्रांशाइतकें लहान गाणें देखील दुसरा म्हणत असतांना, त्यांतील अक्षरें मोजतां येतात काय, व त्या गाण्यांतील एकंदर अक्षरांचीं छत्तीस छत्तीस अक्षरांचें एक एक अशीं जर कडवीं केलीं तर तीं किती होतील हें सांगतां येतें काय याचा अनुभव कोणींहि स्वतःच घेऊन या प्रश्नाचा निकाल लावावा. वास्तविक पाहतां गणित विषयाचें साधारण तरी ज्ञान असल्याशिवाय शतपथ ब्राह्मणांत दिला आहे तसा हिशेव करतां येणें शक्य नाहीं. गणित विषयाचें इतकें ज्ञान लेखनकला अवगत झाल्यानंतरच होणें संभवनीय आहे.

गद्यग्रंथः—निरक्षर समाजांत पद्यात्मक वाङ्मयाची वाढ ही कांहीं असंभवनीय गोष्ट नाहीं. परंतु गद्यात्मक ग्रंथ तयार करणें व ते शतकेंचीं शतकें कांहींहि फेरवदल न होऊं देतां जसेचे तसेच अक्षरशः कायम ठेवणें, हें कार्य मात्र निरक्षर समाजाच्या आवांक्याच्या बाहेरचें आहे. वेदसंहितांतील कांहीं भाग व ब्राह्मणांतील बराच मोठा भाग गद्यात्मक असून तीं ब्राह्मणें हे वेदावरील टीकात्मक ग्रंथ आहेत. लेखनकलेचें ज्ञान नसतांना कोणताहि गद्यात्मक ग्रंथ तयार होणेंच प्रथम असंभवनीय वाटतें, मग ब्राह्मणांसारख्या टीकात्मक ग्रंथाची गोष्ट तर बोलावयालाच नको. असा एखादा ग्रंथ कांहीं अकल्पित रीतीनें तयार झाला तरी तो पिढ्यानुपिढ्या कांहींहि फेरवदल न होऊं देतां कायम कसा ठेवावयाचा ही पुन्हां दुसरी अडचण आहे.

वेदादि ग्रंथ मुखोद्गत करण्याच्या पूर्वपरंपरागत रूढीचीं कारणेंः--महाभारत, स्मृतिग्रंथ, पुराणें आदिकरून ज्या ग्रंथांत अनेक प्रक्षिप्त भाग आढळून येतात व ज्यांच्या मूळच्या मजकुरांत वारंवार भर पडत जाऊन त्यांच्या संकलनाचें कार्य ख्रिस्ती शकाच्या आरंभानंतर केव्हां तरी करण्यांत आलें असें मानलें गेलें आहे, त्यांचा आधार प्रस्तुतच्या विवेचनांत मुद्दाम घेतला नाहीं हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे. वेदादि जे ग्रंथ आज पिढ्यानुपिढ्या अक्षरशः जसेचे तसेच चालत आले आहेत त्यांच्याच आधारावर भरतखंडांतील लेखनकलेचें प्राचीनत्व दाखविण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. येथें कोणी अशी शंका घेईल कीं, भरतखंडांत जर लेखनकला पुरातन काळापासून अस्तित्वांत असती, तर वेदादि ग्रंथ मुखोद्गत करण्याची चाल पसरण्याचें प्रयोजन काय ? वेदसंहितांचें पठन केलें जाऊन त्या गुरुमुखानें पुन्हां नवीन पिढीस शिकविण्यांत येत होत्या, यावरूनच केवळ त्या काळीं वेदसंहितांच्या लिहिलेल्या पोथ्या नव्हत्या असें प्रतिपादन करणें बरोबर नाहीं. कारण वेदांतील स्वरांचें शुद्ध उच्चारण व्हावें म्हणून वेदाच्या लिहिलेल्या पोथ्या असूनहि ते गुरुमुखानें शिकण्याची आवश्यकता भासत असली पाहिजे. स्वरांचा शुद्ध उच्चार करण्यांत आला नाहीं तर लागलाच मंत्राच्या अर्थामध्यें फरक [दुष्टः शब्दः स्वरतो वर्णतो वा मिथ्या प्रयुक्तो न तमर्थमाह स वाग्वज्रो यजमानं हिनस्ति यथेन्द्रशत्रुः स्वरतोऽपराधात् ! (पतंजलीचें महाभाष्य प्रथम आन्हिक)] होत असल्यामुळें, गुरूनें एक एक मंत्रच नव्हे पण एक एक पदहि आपल्या शिष्यांस म्हणून दाखवून व त्याप्रमाणें त्यांच्याकडून तें म्हणवून घेऊन वेदपठन करविण्याची ऋग्वेद काळांतहि वहिवाट होती [ऋग्वेद ७.१०३,५ (यदेषा मन्योन्यस्य वाचं शाक्तऽस्येव वदति शिक्षमाणः)]. पोथीवरून वेद पठन करणें निषिद्ध मानलें गेलें आहे [' यथैवान्माय विज्ञाताद्वेदाल्लेख्यादिपूर्वकात् । शूद्रेणाधिगताद्वापिधर्मज्ञा

नं नसंमतम् ॥ (कुमारिलचें तंत्रवार्तिक, १.३). 'गीती शीघ्री शिरःकम्पी तथा लिखितपाठकः । अनर्थज्ञोऽल्पकण्ठश्च षडेते पाठकाधमाः ॥' (याज्ञवल्क्य शिक्षा)] याचें तरी कारण हेंच आहे. गुरुमुखानेंच फक्त वेद शिकण्यांत यावा असा नियम घालून दिल्यानें श्रोत्रियांविषयींचा आदरहि कायम रहात होता. यज्ञकर्म चाललें असतांना प्रसंग पडल्यावरोबर लागलाच त्या त्या विषयासंबंधीं मंत्र म्हणतां यावा हें वेद मुखोद्गत करण्याचें दुसरें मुख्य कारण आहे. आपल्या ज्ञानाचा आपणास वेळेवर उपयोग व्हावा म्हणूनच न्याय, व्याकरण इत्यादि शास्त्रांवरील ग्रंथहि पाठ करून ठेवण्याची वहिवाट पडली आहे [पुस्तकस्थातु या विद्या परहस्तगतं धनम् । कार्यकाले तु संप्राप्ते न सा विद्या न तद्धनम् ॥ (चाणक्यनीति)]. याचकरितां निरनिराळ्या शास्त्रांवरील ग्रंथांस संक्षिप्त स्वरूप देऊन ते सूत्रात्मक करण्यांत आले. अमरकोश, लीलावती इत्यादि फार मागून तयार झालेले ग्रंथहि श्लोकबद्ध करण्यांत आले याचें देखील हेंच कारण आहे. श्रौतसूत्र, गृह्यसूत्र, शुल्वसूत्र, पाणिनीची अष्टाध्यायी इत्यादि सूत्रात्मक ग्रंथ पाहून जे पंडित असें प्रतिपादन करतात कीं, त्या काळीं ग्रंथ लिहून ठेवण्याची सोय नव्हती म्हणूनच लक्ष्यांत ठेवण्यास सोपें जावें या उद्देशानें यांनां इतकें क्लिष्ट स्वरूप देण्यांत आलें, त्यांनां आम्ही असें विचारतों कीं, मग ब्राह्मणांसहि असें संक्षिप्त स्वरूप कां देण्यांत आलें नाहीं, व ज्या वेळीं हिंदुस्थानामध्यें लेखनकलेचा सार्वत्रिक प्रसार झाला होता यावद्दल कोणांतहि मतभेद नाहीं अशा काळीं देखील, अमरानें आपला संस्कृत कोश व लीलावतीच्या कर्त्यानें आपला गणित विषयावरील ग्रंथ श्लोकबद्ध लिहिण्याचा नसता उपद्व्याप कां केला? ज्या ग्रंथांच्या पठनांत वेदांप्रमाणें स्वरभेदाची कांहीं भानगड नव्हती व जे घोकून ठेवण्याची विशेष आवश्यकताहि नव्हती, असेहि ग्रंथ पुढें केवळ जुन्या रूढीमुळें मुखोद्गत करण्यांत येऊं लागले, याच्या मुळाशीं हिंदुस्थानच्या लोकांतील गतानुगतिकपणाहि कांहीं अंशीं आहे यांत शंका नाहीं; म्हणूनच हिंदुस्थानांत कागदाचा इतका प्रसार झाल्यावरहि अजून देखील ताडपत्रावर ग्रंथ लिहिणें फार पवित्र मानण्यांत येतें व छापलेल्या पोथ्या अल्प किंमतींत मिळत असतांहि हस्तलिखित पोथींवरूनच पठन करण्यांत कित्येकांनां भूषण वाटतें.

भारतीय इतिहाससंशोधक मंडळाच्या संमेलनाच्या वेळीं १९२१ सालीं रा. रा. य. रा. दाते यांनीं याविषयीं अधिक पुरावा पुढें मांडला होता तो येणेंप्रमाणें:—

प्रागैतिहासिक कालांतील ब्राह्मीलिपि.—निझामच्या राज्यांत जी. यझदानी यांस प्रागैतिहासिक काळांतील मातीचीं भांडीं सांपडलीं आहेत त्यांवर एकंदर १३१ अक्षरें असून त्यांतील पांच ब्राह्मी लिपींतील अक्षरांशीं जुळतात. तसेंच कलकत्ता येथील पदार्थसंग्रहालयांत नूतन अश्मयुगांतील दोन पाषाण आहेत. त्यांवर कांहीं अक्षरें खोदलेलीं आहेत. त्यांपैकीं एक आसाममध्यें सांपडलेला असून त्यावरील अक्षरें इजिप्तमधील प्रागैतिहासिक लिपीशीं साम्य दाखवितात. दुसरा बहारप्रांतांतील रांची येथें सांपडलेला असून त्यांतील तीन अक्षरें अशोककालीन ब्राह्मी लिपींतील अक्षरांसारखीं पण उलटीं आढळतात. वरील दोन उदाहरणांवरून प्रागैतिहासिक काळीं ब्राह्मी लिपीचें अस्तित्व होतें, व ब्राह्मी लिपि ही उसनी आणलेली नसून स्वयंभू आहे असें रा. देवदत्त रामकृष्ण भांडारकर यांनीं प्रथम त्याच परिषदेंत प्रतिपादन केलें आहे. परंतु त्यांचा पूर्ण लेख अद्यापि छापला गेला नाहीं व त्यांनीं लिपीला निश्चित काळ दिलेला नाहीं.

त्याचप्रमाणें एच. कृष्णशास्त्री यांनीं, प्राकृत व द्रविड यांच्या मिश्रणानें झालेल्या भाषेमध्यें कोरलेले कांहीं लेख मदुरा आणि तिनवेल्ली जिल्ह्यांतील कांहीं गुहांत सांपडले आहेत, व त्यांतील सुमारें वीस अक्षरें अशोककालीन ब्राह्मी लिपींतील अक्षरांशीं जुळनात, पण त्यांचें आकाराच्या बावतींत सिलोनमधील गुहालेखांतील अक्षरांशीं व भट्टिप्रोलूच्या लेखांतील अक्षरांशीं साम्य दिसतें तेव्हां या गोष्टीचा विद्वानांनीं विचार करावा असें सुचविलें. परंतु त्यांनींहि लिपीच्या कालावर विशेष प्रकाश पाडला नाहीं.

शुक्लयजुर्वेद संहितेंतील लेखनकलेसंबंधीं उल्लेखः—शुक्लयजुर्वेद संहितेंत आपणांस अक्षर हा शब्द अनेक ठिकाणीं योजलेला आढळतो. एका ठिकाणीं (३३.५९) अग्रं नयत्सुपद्यक्षराणामच्छा रवं प्रथमा जानतीगात् । असें म्हटलें आहे. येथें 'अक्षराणाम् अकारादानां रवं शब्दं जानती प्रथमा अच्छ आभिमुख्येन अगात् गच्छति' असा अर्थ उवटानें केला आहे. दुसऱ्या एका ठिकाणीं ब्रह्मा उद्गात्यास यज्ञाचीं अक्षरें किती म्हणून विचारतो व उद्गाता शतमक्षराणि म्हणून उत्तर देतो (२३.५७-५८). येथें सर्वांत लहान छंद गायत्री व मोठा छंद अतिधृति यांचीं अनुक्रमें २४ व ७६ अक्षरें मिळून, किंवा उष्णिक व धृति यांचीं २८ व ७२ मिळून, किंवा अनुष्टुभ् व अत्यष्टि यांचीं ३२ व ६८ मिळून, याप्रमाणें १०० अक्षरें होतात म्हणून सांगितलें आहे. दुसऱ्या एका ठिकाणीं अग्निरेकाक्षरेण, अश्विनौ द्व्यक्षरेण, विष्णुस्त्र्यक्षरेण, सोमश्चतुरक्षरेण याप्रमाणें प्रजापतिः सप्तदशाक्षरेण सप्तदश स्तोमसुदजयत्तमुज्जेषमू (९.३१-३४) याप्रमाणें एकपासून सतरा अक्षरांच्या संख्यांचा उपयोग केला आहे. वाजसनेयि संहिता अध्याय १५ मंत्र ४ या ठिकाणीं तर स्पष्टपणें 'अक्षरपङ्क्तिश्छन्दः' असें म्हटलें आहे. यावरून शुक्लयजुर्वेदमंत्रकारांस अकारादि वर्ण ठाऊक होते; निरनिराळ्या छंदांमध्यें किती अक्षरें येतात हें ठाऊक होतें; ७६ अक्षरांचा अतिधृति छंद ठाऊक होता; एवढेंच नव्हे तर छन्द म्हणजे अक्षरपंक्ति असें त्यांस ठाऊक होतें. यावरून केवळ तोंडीं अक्षरें ठाऊक होतीं एवढेंच नव्हे तर तीं पंक्तीप्रमाणें दिसतील म्हणजे एका ओळींत, मांडलेलीं आपल्या दृष्टीसमोर येतील अशा तऱ्हेनें मांडण्याची रीति त्यांस माहीत होती.

तैत्तिरीय संहितेंतील उल्लेख.—शुक्लयजुर्वेद संहितेंत लिख् धातूचा उपयोग केलेला आढळत नाहीं; पण तैत्तिरीय संहितेंत लिख् धातूचा उपयोग 'परिलिखितम्,' 'त्र्यालिखिता' व 'प्रलिखिते' या रूपांत आलेला आहे. यांपैकीं पहिल्या दोन शब्दांचा अर्थ रेखा करणें असा होतो. पहिल्याचा अर्थ सभोंवतीं रेखा करणें असा व दुसऱ्याचा इष्टकांवर त्रिशूलाकृति त्रिरेखांकित चिन्ह करणें असा आहे. 'यस्यामार्द्रायामिष्टकायां त्रिपुण्ड्रवद्रेखात्रयं क्रियते सेयं त्र्यालिखिता। तत्त्र्यालिखितं देवानां चिन्हम्। [तै. सं. ४.२,९ वर सायण]. तिसरा शब्द 'या प्रलिखितं तस्यै खलतिरपमारी' या ठिकाणीं [२.५,११] प्रसंगात् रजस्वलाव्रतांचें विधान करितांना आला आहे. या ठिकाणीं सायणांनीं 'प्रलिखिते भित्तौ चित्रादिकं करोति' असा अर्थ केला आहे. म्हणजे जी रजस्वला असतांना भिंतीवर चित्रें वगैरे काढील तिला खलति म्हणजे केशशून्य व अपमारी म्हणजे दुर्मरणयुक्त असा पुत्र होईल असें म्हटलें आहे.

अश्वमेधप्रकरणीं तैत्तिरीय (५. २, ११) व वाजसनेयि (२३. ३३–३७) या दोन्ही संहितांमध्यें जवळ जवळ शब्दशः एकच अशा मंत्रांमध्यें अश्वाच्या अंगावर जेथें तरवारीनें कापावयाचें त्या ठिकाणीं यजमानाच्या तीन राण्यांनीं सूचींनीं रेषा करण्यासंबंधीं उल्लेख आहे. त्यांत रुप्याच्या, सोन्याच्या व शिशाच्या सळयांनीं या रेषा करावयाच्या असें सांगितलें आहे. "रजता हरिणीः सीसा युजो युज्यन्ते कर्मभिः। अश्वस्य वाजिनस्त्वचि सूचिभिः शिम्यन्तु त्वा" असा तो मूळ उल्लेख आहे. यांत शिशाची सळई रेघ काढण्याकरितां उपयोगांत आणली आहे ही गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे. यावरून शिशानें रेघा ओढणें ही गोष्ट त्या वेळच्या लोकांस माहीत होती असें दिसून येतें. वरील ऋचेवर सायणभाष्य असें आहे:—'रजता रौप्याः हरिणीः हिरण्मयाः सीसा लोहमय्यः युजो लेखनकर्मयोग्याः सूच्यः। अत एव वाजिनोऽत्रहेतोरश्वस्य त्वचि कर्मभिर्लेखनादि व्यापारैर्युज्यन्ते तादृशीभिः सूचिभिर्हे अश्व त्वां लेखनकुशला देवताः शिम्यन्तु लिखन्तु.'

तैत्तिरीय संहितेंत अक्षर शब्द अनेक ठिकाणीं आलेला आहे व त्याचा सर्वत्र छंदांशीं संबंध आहे. वाजसनेयि संहितेंत आलेला अक्षरपंक्ति शब्द त्याच अर्थानें तैत्तिरीय संहितेंत दोन ठिकाणीं आलेला आहे (४.३,१२;५.३,८).

एका ठिकाणीं पंधरा सामिधेनी ऋचा पठन कराव्या असें सांगितलें आहे; व असें म्हटलें आहे कीं, "पञ्चदश सामिधेनीरन्वाह पञ्चदश वा अर्धमासस्य रात्रयोऽर्धमासशः संवत्सर आप्यते तासां त्रीणिच शतानि षष्टिश्चाक्षराणि तावतीः संवत्सरस्य रात्रयोऽक्षरश एव संवत्सरमाप्नोति। (२.५,८). म्हणजे १५ सामिधेनी ऋचांचीं अक्षरें ३६० होतात व अर्धमासाच्या रात्री १५ असतात व २४ अर्धमास मिळून संवत्सराच्या ३६० रात्री होतात; अर्थात् अक्षरांनीं संवत्सराची रात्रिसंख्या मिळते. याप्रमाणें त्या वेळीं ३६० अक्षरें मोजण्याइतकें अक्षरज्ञान झालें होतें व हें केवळ तोंडीं होणें अशक्य दिसतें.

ऋग्वेदांतर्गत उल्लेख.— ऋग्वेदामध्यें लिख् धातूचा उपयोग आढळत नाहीं; पण अक्षर शब्द अनेक ठिकाणीं उपयोगांत आणलेला आढळतो. त्यांपैकीं कांहीं ठिकाणीं तो क्षयरहित अशा विशेषणार्थीं उपयोजिलेला दिसतो व कांहीं ठिकाणीं स्पष्टपणें वर्ण या अर्थीं नामवाचक उपयोगांत आणिलेला दिसतो. उदाहरणार्थः—

उप त्वा सातये नरो विप्रासो यन्ति धीतिभिः। उपाक्षरा सहस्रिणी (७.१५,९).

यावरील भाष्यः— हे अग्ने त्वां नरो नेतारो यजमानाः विप्रासो विप्रा मेधाविनः धीतिभिः कर्मभिः सातये धनाय कामानां लाभाय वा उपयन्ति उपगच्छन्ति। सहस्रिणी सहस्रसंख्याका अक्षरा क्षयरहिता स्तुतिरूपा अस्मदीया वाक् त्वामुपयाति च॥

याचा अर्थः— हे अग्ने तुला श्रेष्ठ व बुद्धिमान् लोक धनाकरितां स्तवितात. व आमची सहस्रसंख्याक अक्षरवाणी तुला स्तविते. सहस्र अक्षरांनीं युक्त वाणी तुला स्तविते.

'सहस्रपाथा अक्षरा समेति' (७.१,१४)- येथेंहि अग्नीची स्तुति आहे. येथें आमची वाणी अक्षर अशी सहस्र मार्गांनीं तुजकडे येते असा अर्थ आहे. सायणांनीं 'अक्षरेण स्तोत्रेण' असा 'अक्षर याचा अर्थ केला आहे. येथें सहस्रपाथा म्हणजे निरनिराळ्या प्रकारच्या हजारों वृत्तांत अथवा छंदांत अक्षरयुक्त वाणी म्हणजे आमची स्तुति तुजकडे येते असें म्हटलें असावें. एका ठिकाणीं तर अक्षर याचा वर्ण असा अर्थ स्पष्टच आहे.

ऋचो अक्षरे परमे व्योमन् यस्मिन् देवा अधि विश्वे निषेदुः। यस्तन्नवेद किमृचा करिष्यति य इत्तद्विदुस्त इमे समासते॥ (१.१६४,३९).

वेदाचें अक्षर म्हणजे जेथें सकळ देव वास करतात असा अत्यंत उंच स्वर्ग होय. तर तें ज्यानें जाणलें नाहीं तो वेद घेऊन काय करील ? ज्यांनीं तें जाणलें तेच सुखी होऊन भेटतात.

वर जें सहस्राक्षरा असें वाचेला विशेषण लावलें आहे तेंच आणखी एका ठिकाणींहि आढळतें; व येथें सहस्र अक्षर म्हणजे वर्णयुक्त असाच त्याचा अर्थ होतो. कारण त्या ऋचेंत छंदांच्या पदांचा उल्लेख आहे.

गौरीर्मिमाय सलिलानि तक्षत्येकपदी द्विपदी सा चतुष्पदी अष्टापदी नवपदी बभूवुषी सहस्राक्षरा परमे व्योमन् (१.१६४,४१).

उदकें निर्माण करणारी गाय हंबरडा फोडिते. ती एक चरणाची, दोन चरणांची आणि चार चरणांची होय. आठ चरणांची, नऊ चरणांची आणि हजार अक्षरांची होणारी ती गाय अत्यंत उंच स्वर्गी हंबरडा फोडते.

येथें एक पादाच्या, दोन पादांच्या वगैरे ऋचा असतात व हजार अक्षरांचीं स्तोत्रें असतात असें म्हटलें आहे.

एका ठिकाणीं अक्षर हें मापनसाधन म्हणून उल्लेखिलें आहे.

पञ्चपदानि रुपो अन्वरोहञ्चतुष्पदीमन्वेमित्रतेन । अक्षरेण प्रतिमिम एतामृतस्य नाभावधि संपुनामि ॥ (१०. १३, ३).

येथें अक्षरेण प्रतिमिम म्हणजे अक्षरानें मोज असें म्हटलें आहे.

अक्षर हें वाणीचें मापनमान आहे हें स्पष्टपणें पुढील ऋचेंत दिसतें.

गायत्रेण प्रतिमिमीते अर्कमर्केण साम त्रैष्टुभेन वाकम् । वाकेन वाकं द्विपदा चतुष्पदाक्षरेण मिमते सप्तवाणीः ॥ (१. १६४,२४).

गायत्र वृत्ताच्या योगानें अर्क रचतात, अर्काच्या योगानें साम (रचतात), त्रिष्टुभ् वृत्ताच्या योगानें वाक् (रचतात), द्विपाद अथवा चतुष्पाद वाकाच्या योगानें (अनु) वाक् (रचतात). अक्षरांच्या योगानें सप्तवृत्तें निर्माण करतात.

या मंत्रांत स्पष्ट म्हटलें आहे कीं, गायत्री, त्रिष्टुभ्, जगती, अनुष्टुभ्, पंक्ति, बृहती, उष्णिह् हीं मूळ सात वृत्तें अक्षरांच्या योगानें मोजतात. गायत्र्यादिकांच्या पादांत अक्षरें घालून किंवा कमी अधिक पाद घेऊन (उदाहरणार्थ, चार गायत्रपाद घेतले म्हणजे अनुष्टुभ् वृत्त होतें) इतर वृत्तें, सामें, अनुवाक् इत्यादिकांची रचना करतात असेंहि यांत स्पष्ट सांगितलें आहे.

अश्वमेधप्रकरणांत जी अश्वाच्या अंगावर रेखा काढण्याची कृति आपणांस यजुर्वेदांत दिसते तिचा उल्लेख ऋग्वेदांतहि त्याच कर्मांत आहे. 'अङ्काः सूनाः परिभूषन्त्यश्वम्। (१. १६२, १३) असा एका ऋचेचा शेवटचा पाद आहे. या सूक्तांत अश्वाचें विशसन, पचन इत्यादि क्रियांचें वर्णन आहे त्यांत अङ्काः याचा अर्थ सायणांनीं हृदयाद्यवयवांकनसाधनाः वेतसशाखाः असा केला आहे.

एका ठिकाणीं 'उत त्वः पश्यन्न ददर्श वाचं। उत त्वः श्रृण्वन्न श्रृणोत्येनाम्।' (१०. ७१, ४) असें म्हटलें आहे. या ठिकाणीं 'अनेन अर्धेन अविद्वान् अभिहितः' असें सायणाचार्य म्हणतात. जो वाणीला पहात असूनहि पहात नाहीं, व ऐकत असूनहि ऐकत नाहीं, म्हणजे निरक्षर माणसाला लिहिलेला लेख दिसत असूनहि उपयोग नाहीं असा याचा मथितार्थ आहे. येथें वाचं पश्यन् हे शब्द अर्थातच लिहिलेल्या अक्षरांनांच उद्देशून म्हटले असले पाहिजेत.

अथर्ववेदान्तर्गत उल्लेख.—अथर्ववेदामध्यें एका ठिकाणीं 'यद्यद्युक्तं लिखितमर्पणेन। (१२.३, २२) असा उल्लेख आहे. याचा अर्थ जें जें कांहीं अर्पणेन म्हणजे सुव्यवस्थेनें लिहिलेलें प्रकाशित असेल तें असा होतो.

दुसरा उल्लेख 'क एषां कर्करी लिखत्'। (२०. १३२,८) असा आहे.

यांखेरीज ऋग्वेदामध्यें आढळणारे पुढें दिलेले अक्षराविषयीं उल्लेखहि अथर्ववेदांत आढळून येतातः—

ऋचो अक्षरे परमे व्योमन्। (९. १५, १८).

अक्षरेण मिमते सप्तवाणीः। (९. १५, २).

अक्षरेण प्रतिमिमीते अर्कम् ऋतस्य नाभावभि संपुनाति। (८. ३, ४०).

अष्टापदी नवपदी बभूवुषी सहस्राक्षरा भुवनस्य पंक्तिस्तस्याः समुद्रा अधिविक्षरन्ति। (९. १५, २१).

ऋचः पदं मात्रया कल्पयन्तो (९. १५, १९).

येथें अक्षर या शब्दावर विशेष जोर दिलेला आहे, याचीं कारणें दोन आहेत. अक्षर या शब्दाच्या यौगिक अर्थावरून जें क्षरत नाहीं तें अक्षर म्हणजे बोललेल्या वाचेपेक्षां ज्यामध्यें अधिक स्थायिकपणा आहे अशी वाणी, अर्थात् जी दुसऱ्या कोणत्या तरी पदार्थावर अंकित केलेली आहे अशी वाणी असाच अर्थ होतो. आजहि आपणांमध्यें काळ्या धोंड्यावरची रेघ म्हणून जी म्हण प्रचारांत आहे, तीवरून दगडावर काढलेली किंवा कोरलेली रेघ कायमची अक्षर अशी होते अशी समजूत व्यक्त होते. अक्षरांचें अस्तित्व ही लिपीच्या विकासांतील सर्वांत शेवटची व परिणत अवस्था कशी आहे, याचें विवेचन मागें आलेंच आहे. अर्थात् वर उद्धृत केलेले मंत्र ज्या कालीं रचले गेले, त्या कालीं ब्राह्मी लिपि अथवा संकृत वाणी ही यापूर्वीच्या दोन्हीं अवस्थांतून पलीकडे गेली होती व पूर्णावस्थेस पोंचून तिची वर्णमाला तयार झाली होती असें स्पष्ट होतें.

ब्राह्मीच्या वर्णमालेचा पर्शुभारतीय काळाशीं संबंधः—त्याप्रमाणेंच अवेस्ता भाषेशीं तुलना केली असतां आपणांस असें दिसून येतें कीं, अवेस्ता भाषेचा वर्णानुक्रम ब्राह्मी वर्णानुक्रमाप्रमाणेंच आहे. व ती भाषा किंचित् वर्णविपर्यय केला असतां वैदिक संस्कृत भाषेप्रमाणेंच आहे, हें अनेक शब्दांच्या साम्यावरून दिसून येतें. त्या वर्णमालेंत एक ऱ्हस्व ए जास्त आहे. व औ, ऌ, विसर्ग, ळ्, ञ्, टवर्ग, भ्, ल् व ळ् हीं अक्षरें नाहींत; बाकी ऊष्मवर्ण श्, ष्, स्, हे आहेत.

ही लिपि अर्थातच उजवीकडून डावीकडे लिहावयाची आहे. व देव हा शब्द राक्षसवाची मानणाऱ्यांनीं व अनेक बाबतींत उलट कृति करणाऱ्यांनीं हा व्युत्क्रम स्वीकारणें साहजिकच दिसतें.

भरतखंडांतील दोन प्राचीन लिपीः ब्राह्मी व खरोष्ठीः—मौर्यवंशी अशोक राजाच्या शिलालेखांवरून व ख्रिस्तपूर्व चवथ्या शतकापासून पुढील सहा सात शतकांतील जीं प्राचीन नाणीं सांपडलीं आहेत त्यांवरून असें दिसून येतें कीं प्राचीन कालीं आपल्या भरतखंडांत दोन निरनिराळ्या लिपी

प्रचलित होत्या. त्यांपैकीं एका लिपीचा प्रचार सार्वत्रिक असून तिचीं अक्षरें प्रस्तुत नागरी लिपीप्रमाणें डावीकडून उजवीकडे लिहीत जाण्याचा परिपाठ होता, व दुसरी लिपि भरतखंडाच्या कांहीं विशिष्ट भागांतच उपयोगांत असून ती हल्लींच्या फारशी लिपीप्रमाणें उजवीकडून डावीकडे लिहिण्यांत येत होती. ब्राह्मणांनीं रचलेल्या ग्रंथांवरून या लिपींनां प्राचीन काळीं काय नांवें होतीं याचा बोध होत नाहीं. परंतु जैनांच्या 'पन्नवणा' सूत्रांत व 'समवायांग' सूत्रांत ज्या १८ लिपींचीं नांवें दिलीं आहेत त्यांत मात्र 'बंभी' म्हणजे ब्राह्मी लिपीस अग्रस्थान दिलें असून 'भगवती' सूत्राचा आरंभ तर 'नमो बंभीए लिविए' म्हणजे ब्राह्मी लिपीस नमस्कार असो असें म्हणूनच केला आहे. बौद्धांचें 'ललितविस्तर'नामक एक संस्कृत पुस्तक आहे त्याच्या दहाव्या अध्यायांत एकंदर ६४ लिपींचा उल्लेख आला असून त्यांतील पहिल्या दोन लिपींचीं नांवें ब्राह्मी व खरोष्ठी अशीं आहेत. इसवी सनाच्या पहिल्या आठ शतकांत कित्येक बौद्ध श्रमण आपल्या मताचा प्रसार करण्याकरितां भरतखंडांतून चीन देशांत गेले व तेथें त्यांच्या मदतीनें संस्कृत व प्राकृत पुस्तकांचीं चिनी भाषेंत भाषांतरें झालीं (पहा. विभाग १ ला पृष्ठें १३३-३५). खास चीन देशांतहि बुद्धाच्या तत्त्वांचें ज्ञान प्राप्त करून घेण्याकरितां संस्कृत व प्राकृत भाषांचें अध्ययन व अध्यापन होऊं लागलें व त्यामुळें तेथील विद्वानांनीं आपल्या भाषेंत बौद्ध धर्मासंबंधीं जे अनेक ग्रंथ रचले त्यांमध्यें भरतखंडांतील कित्येक प्राचीन गोष्टींविषयीं माहिती आली आहे. इ. स. ६६८ सालीं 'फा युअन् चुलिन्' नांवाचा जो बौद्ध ज्ञानकोश तयार झाला त्यांत 'ललितविस्तरा'प्रमाणेंच निरनिराळ्या ६४ लिपींचीं नांवें दिलीं असून तत्संबंधीं दिलेल्या वर्णनांत म्हटलें आहे कीं, "देवी शक्ति अंगीं असलेल्या ज्या तीन आचार्यांनीं लेखनकलेचा शोध लावला त्या सर्वांत ब्रह्मा हा प्रसिद्ध असून त्यानें काढलेल्या लिपीचीं अक्षरें डावीकडून उजवीकडे लिहिण्यांत येतात. किअलु [किअ-लु-से-टो या शब्दाचें संक्षिप्त रूप; किअ-लु-से-टो = क-लु-से-टो = ख-रो-स-ट = खरोष्ठ] याचा दर्जा ब्रह्मयाच्या खालोखाल आहे व त्याची [खरोष्ठी] लिपि उजवीकडून डावीकडे लिहिली जाते. सर्वांत कमी महत्त्वाचा आचार्य जो 'त्संकी' त्याच्या [चिनी] लिपींतील अक्षरें वरून खालीं लिहीत जातात. पहिले दोन आचार्य भरतखंडांत व शेवटचा चीनमध्यें होऊन गेला. पहिल्या दोन आचार्यांच्या लिपी त्यांनां देवलोकापासून प्राप्त झाल्या व तिसऱ्यानें आपली लिपि पक्ष्यादिकांच्या पदचिन्हांवरून तयार केली" [इं. अँ. पुस्तक ३४ पान २१].

उपर्युक्त चिनी ग्रंथावरून ही गोष्ट स्पष्ट होते कीं, भरतखंडांतील डावीकडून उजवीकडे लिहिल्या जाणाऱ्या लिपीस ब्राह्मी व उजवीकडून डावीकडे लिहिल्या जाणाऱ्या लिपीस खरोष्ठी अशीं प्राचीन काळीं नांवें होतीं. ब्राह्मी ही भरतखंडांतील स्वतंत्र लिपि होती व तिचा प्रचार सार्वत्रिक होता. म्हणूनच बौद्ध व जैन ग्रंथ त्या लिपींत लिहिले गेले. या ब्राह्मी लिपीलाच पाश्चात्य पंडितांनीं 'पाली', 'इंडियन पाली', 'साउथ अशोक' अथवा 'लाट' अशीं पृथक् पृथक् नांवें दिलीं आहेत.

ब्राह्मी लिपीच्या उत्पत्तिशोधार्थ प्रयत्नः-प्राचीन काळीं हिंदू लोकांनां लेखनकला अवगत नव्हती असें पाश्चात्य पंडितांनीं प्रथम ठरवून टाकलें. अर्थात् मग त्यांनां हिंदू लोक ती कला कोणापासून शिकले अथवा त्यांनीं आपली ब्राह्मी लिपि कोणत्या लिपीपासून तयार केली याचा निर्णय करणें साहजिकच प्राप्त झालें. या विषयावर निरनिराळ्या पंडितांनीं निरनिराळीं मतें प्रकट केलीं आहेत. डॉ० आल्फ्रेड मूलर, प्रिन्सेप व सेनार्ट [इं. अँ. पु. ३५, पान २५३] या विद्वानांचें असें मत आहे कीं, शिकंदर बादशहाच्या स्वारीनंतर-म्हणजे ख्रि. पू. ३२५ सालच्या सुमारास-हिंदू लोकांचा ग्रीक लोकांशीं परिचय झाला तेव्हां त्यांनीं ग्रीक लिपीपासून आपली ब्राह्मी लिपि तयार केली. कस्टचें मत [ज. रॉ. ए. सो. पु. १६ पानें ३२९ व ३५९] याहून भिन्न आहे. तो म्हणतो कीं, ज्या अर्थीं ग्रीक, रोमन व सेमेटिक या सर्व लिपी फिनीशियन लिपीपासून निघाल्या व ज्या अर्थीं ख्रि. पू. आठव्या शतकांत लेखनकला अवगत असलेल्या या फिनीशियन लोकांचा व्यापारामुळें भरतखंडांतील लोकांशीं संबंधहि येत होता, त्या अर्थीं या देशांतील ब्राह्मी लिपि फिनीशियन लिपीपासूनच निघाली असली पाहिजे. रॅप्सन [रॅ. ए. इं. पानें १७-१८] यानें मोआबच्या लेखांतील फिनीशियन लिपीपासून ब्राह्मीची उत्पत्ति मानली आहे. तथापि विल्सन [इं. अँ. पु. ३५ पान २५३] यानें ग्रीक व फिनीशियन यांपैकीं कोणत्यातरी एका लिपीपासून ब्राह्मी लिपि निघाली असावी असें आपलें संदिग्धच मत दिलें आहे; व स्टीव्हन्सनला [ज. बॉ. ब्रँ. रॉ. ए. सो. पु. ३ पान ७५] ब्राह्मी लिपि एक तर फिनीशियन लिपीपासून निघाली असावी किंवा मिसर देशच्या हिअरेटिक लिपीपासून तरी तिची उत्पत्ति झाली असावी असें वाटतें. पॉल गोल्डस्मिथचा [अकॅडेमी; इ. स १८७७ ता. ९ जानेवारी] असा अजमास आहे कीं, फिनीशियनपासून अगोदर सिलोनची लिपि व सिलोनच्या लिपीपासून मग ब्राह्मी लिपि तयार झाली असावी; पण इ. मूलरला [रिपोर्ट ऑन एन्शंट इन्स्क्रिप्शन्स ऑफ् सिलोन पृष्ठ २४] हें मत मान्य नाहीं; कारण तो म्हणतो कीं, भरतखंडांत ज्या काळीं लेखनकला प्रचलित होती त्या काळीं सिलोनच्या लोकांस तिचें ज्ञानहि नव्हतें. बर्नेलचा [ब. सा. इं. पॅ. पान ९] असा तर्क आहे कीं, फिनीशियनपासून निघालेल्या 'अरमइक' अक्षरांपासून ब्राह्मीचीं अक्षरें तयार झालीं असावीं. पण आयझॅक टेलरला [अल्फाबेट; पु. २ पान ३१३] 'अरमइक व ब्राह्मी या दोन लिपींत कांहींच साम्य दिसत नाहीं. त्याचें म्हणणें असें

सेमेटिक वर्णांचे उच्चार	ब्राह्मी	खरोष्ठी	अत्यंत प्राचीन फिनिशिअन	हिमिअरिटिक (लेखांचा लेख)	नेस्खी (अरबी)	अरमइक (तैमाच्या लेख)	फिनीशिअन (सायप्रस)	ग्रीक (थीराच्या लेख)	अत्यंत प्राचीन लॅटिन	सिरिलिक	ग्लॅगोलिटिक
अ	ꓘ	ʔ	⅄	⅄	\\ɩ	¥ ¥	K	A A	A A A	Δ	Ⴕ
ब	◇ □	ဂ	⊓	⊓	ب	9 ㄣ	9	∂ 6	B (?)	Б B }=b =v	Ш
ग	∧	φ	ㄱ	ㄱ	ج ج	∧∧		ℸ Γ	⊃	Γ	℘
द	D D	ς	ꭗ	ꟼ	د ذ	4 4	◁	Δ Δ	D D	Δ	Ꭷ
ह	ㄥ ɩ	ʔ	Y	Y	ه ه	↑ ↑		∃ E	∃ E	E	Э
व	♁ ♁	ʅ	Φ Ф	Φ	و	ㄱㄱㄱ	' ㄣ			Ж = v z	℁
ज	⊏ ε	y		8	ز ز	2 ㄹ	I	I ‡		S З }=dz = z	♆
ह्घ	ɩ ɩ	∧	Ш ŋ ŋ	Ψ Ψ Ψ	ح ح	H h	⊟ ⊟	⊟	⊟ ⊟	И } = i	♉
थ	⊙	∧	⊓ ⌒	▥ ♇	ط ط	Ծ	⊕	⊕ ⊗			8
य	⊥ ⊥	➚	Y P	♀	ي ي	ㄹ ㄹ	ㄹ	ʃ S ʃ ʒ	I	I	Ꮖ = ꞡ
क	+ +	↗	ħ ħ	Ո	ك ك	ㄱ ㄱ	ㅋ	ꓘ K	ꓘ	K	Ⴙ
ल	ɹ	×ↄ	∧	ㄱ	ل ل	⅃ L	V ⅃	ㄱ ㄱ Γ	⅃ ⅃	∧	Ꭿ
म	४ ४	ʕ	▽▽	ꝗ ꝗ	م م	ㅋ ㅈ	ㄣ	ㄣ M	M M	M	ⵘ
न	⊥	Ɣ	ㄣ	ㄣ	ن ن	ㄣ ㄣ	ㄣ	ㄣ N	V N	N	P
ष	⅃	⌈ p	⊓	⊓		ㅋ ㅋ	‡	[M X]	X '		
ए	D ◁	Ɣ	▽	o ⊓	ع ع	o ∪	o o	O	° O	O	Ә
प	ɩ	ς	4	◇	ف ف	ㄱ ㄱ		ㄱ	ㄱ	П	Ⴁ
स	ძ ძ	ㄱ	⅄ X ⊟	⅄ ⊟	ص ص	⊦ ⅄	⅄				
ख	ʒ ʔ	⊤	Φ Ψ	♀	ق ق	▷ P	Φ	Φ ♀ P	♀		
र	ʃ ʒ	ㄱ	⊂	⊃	ر ر	9 9	9	9 P R	9 D	ρ	Ь
श	∧ ∧		W	ʒ ♉	ش ش	∪ Ψ	W	M M	ʃ ʃ	C	Ꙩ
त	⅄ ⅄		+	× 8	ت ت	⅄ ⅄	+ +	T	T	T	Ꙍ

जगांतील मुख्य मुख्य प्राचीन लिपींचा तुलनात्मक आकृतिपट.

(पृ. ५५, ६१ व ७२ पहा.)

A 3458–Lakshmi Art, Bombay, 8

अ (old form)	ठ	य
अ	ड (old form)	र
इ	ड	ल
उ	ढ	व
ए	ण (old form)	श
क	ण	ष
ख	त	स
ग	थ	ह
घ	द	ळ
ङ	ध	क्ष
च	न	ज्ञ
छ	प	का
ज	फ	कि
झ (old form)	ब	की
झ	भ (old form)	कु
ञ	भ	कू
ट	म	के

ब्राह्मीपासून नागरी लिपीचा विकास.

III

ಅ	ಝ	ಫ
ಇ	ಞ	ಬ
ಈ	ಟ	ಭ
ಎ	ಠ	ಮ
ಉ	ಡ	ಯ
ಕ	ಢ	ರ
ಖ	ಣ	ಲ
ಗ	ತ	ವ
ಘ	ಥ	ಶ
ಙ	ದ	ಷ
ಚ	ಧ	ಸ
ಛ	ನ	ಹ
ಜ	ಪ	ಳ

ब्राह्मीपासून कानडी लिपीचां विकास.

टीप—वरील आकृतींत प्रथम आधुनिक वर्ण देऊन त्यापुढें मूळ ब्राह्मीचा वर्ण व त्याचीं विकासावस्थेंतील निरनिराळीं रूपें दिलीं आहेत.

आहे कीं, ब्राह्मी लिपि ही आपणांस ठाऊक नसलेल्या कोणत्या तरी एखाद्या दक्षिण सेमेटिक लिपीपासून निघाली असावी व त्या लिपीचा जरी आपणांस अजूनपर्यंत पत्ता लागला नाहीं तरी तिचे लेख पुढें मागें ऑर्मेझ, ओमान किंवा हॅड्रामांट यांपैकीं कोठें तरी आढळून येण्याचा संभव आहे. लेर्नामाँट [एसे ऑन फिनीशियन अल्फावेट; पु. १ पा. १५०] व एडवर्ड क्लॉड [स्टोरि ऑफ् दि अल्फावेट; पा. २०७] यांचें असें अनुमान आहे कीं, फिनीशियन-पासून 'हिमिअरिटिकची' व 'हिमिअरिटिक'पासून ब्राह्मीची उत्पत्ति झाली असावी. ऱ्हीस डेव्हिड्स [डे. बु. इं. पान ११४] यानें निरनिराळ्या विद्वानांच्या निरनिराळ्या मतांची एकवाक्यता करण्याकरितां, ब्राह्मी लिपि ही उत्तर सेमेटिकपासून निघाली नाहीं किंवा दक्षिण सेमेटिकपासूनहि निघाली नाहीं असें सांगून, ज्या लिपीपासून उत्तर व दक्षिण सेमेटिक या दोन्हीहि लिपी निघाल्या अशा एका युफ्रेटिस नदीच्या आसमंत भागीं प्रचलित असलेल्या लिपीपासून ब्राह्मी लिपीचा संभव झाला, असा सिद्धांत काढण्याचें धाडस केलें आहे. वेबर [इंडिश स्किझेन पृ. २२५-५०] व विल्यम जोन्स, मॅक्समुल्लर, व्हिटनी इत्यादि कित्येक [इं. अॅ. पु. ३५ पा. २५३] विद्वानांचें मत ब्राह्मी लिपि सेमेटिकपासूनच निघाली असावी असें पडतें. पण हॅलवेला [जर्नल एशियाटिक; इ. स. १८८५ पा. २६८] ब्राह्मीचीं कांहीं अक्षरें ग्रीकपासून, कांहीं खरोष्ठीपासून व कांहीं 'अरमइक'पासून निघालेलीं दिसतात. सन १८९५ सालीं बुह्लर यानें 'भरतखंडांतील ब्राह्मी लिपीची उत्पत्ति' या नांवाचें एक पुस्तक छापून त्यांत असें सिद्ध केलें आहे कीं, ब्राह्मी लिपीचीं २२ अक्षरें उत्तर सेमेटिकपासून घेतलीं गेलीं व बाकीचीं अक्षरें त्याच अक्षरांपासून तयार करण्यांत आलीं. मॅक्डोनेल्ड [हि. सं. लि. पान १६], डॉ. बार्नेट [अँटिक्विटीज ऑफ् इंडिया पा. २२५] वगैरे कांहीं विद्वानांनीं पुढें बुह्लरच्या मतासच आपली संमति दर्शविली. डीकेचें मत मात्र कांहीं निराळेंच आहे. त्याला क्युनिफॉर्म म्हणजे कीलाकृति लिपीपासून निघालेल्या एखाद्या लिपीवरून ब्राह्मीचीं अक्षरें घडलेलीं दिसतात.

वरील विधानांविषयीं गौरीशंकर ओझा यांचें मतः— जर ब्राह्मी लिपीचें हिअरेटिक, क्युनिफॉर्म, फिनीशियन, हिमिअरिटिक, अरमइक किंवा खरोष्ठी यांतील कोणत्याहि एका लिपीशीं खरोखरच कांहीं साम्य असतें तर या विषयावर इतकीं भिन्न भिन्न मतें पडलींच नसतीं. ब्राह्मी लिपीच्या उत्पत्तीसंबंधीं विद्वान् मंडळींत एकमत होत नाहीं यावरून एवढेंच दिसून येतें कीं, वरील सर्व कल्पनांत सत्यांशाचा अभाव असून प्रत्येक जण सत्यान्वेषणाचा विचार बाजूस ठेवून केवळ स्वमतप्रतिपादनार्थंच आपल्या बुद्धीचा दुरुपयोग करीत असला पाहिजे.

दोन लिपींतील परस्पर संबंध शोधून काढण्याची कसोटीः— दोन लिपींचा परस्पर संबंध आहे किंवा नाहीं हें शोधून काढण्याचा एकच मार्ग आहे; व तो हा कीं त्या दोन लिपींतील सदृश उच्चार होणाऱ्या वर्णांचें एकमेकांशीं कितपत साम्य आहे हें पहावयाचें. कोणत्याहि लिपींतील कांहीं वर्णांच्या आकृती दुसऱ्या लिपींतील कांहीं वर्णांच्या आकृतींशीं थोड्याबहुत प्रमाणांत नेहमीं मिळत असतातच. उदाहरणार्थ ब्राह्मीच्या र, ज आणि ल या अक्षरांचें फारशींतील। (अलिफ्), ٤ (ऐन्) व J (लाम्) या अक्षरांशीं बरेंच साम्य आहे; व त्याचप्रमाणें ब्राह्मीच्या अ, उ, ओ, क, ग, ज, ध, र, आणि ठ या अक्षरांचें रोमन लिपींतील H, L, Z, X, A, E, D, I व O या अक्षरांशीं पुष्कळ सादृश्य दिसून येतें. परंतु त्यावरून ब्राह्मी लिपीचा फारशी किंवा रोमन लिपीशीं संबंध जोडण्याचा हास्यास्पद प्रयत्न कोणीहि करणार नाहीं हें उघड आहे. ख्रिस्तपूर्व सातव्या शतकाच्या सुमारास फिनीशियन लिपीपासून ग्रीक लिपि निघाली असें पूर्वी एके ठिकाणीं सांगितलेंच आहे. प्रथमारंभीं ग्रीक लिपि उजवीकडून डावीकडे लिहीत जाण्याचा परिपाठ होता. परंतु त्याच्या ऐवजीं पुढें ती लिपि जेव्हां डावीकडून उजवीकडे लिहिण्याची वहिवाट पडली, तेव्हां त्या लिपीचें मूळ स्वरूप पालटून प्रत्येक अक्षराची डावी बाजू उजवीकडे व उजवी डावीकडे गेली. याप्रमाणें ग्रीक लिपीचें स्वरूप पालटल्यावर तिच्यापासून पुढें पुरातन लॅटिन लिपीची उत्पत्ति झाली व या लॅटिन लिपीपासून मग रोमन लिपि निघाली. याप्रमाणें प्रस्तुत रोमन लिपीचा फिनीशियन लिपीशीं जरी अजमासें २६०० वर्षांपूर्वीचा संबंध आहे, तरी देखील रोमन लिपींतील A, B, D, E, H, K, L, M, N, P, Q, R व T हीं तेरा अक्षरें फिनीशियन लिपींतील सदृश उच्चार होणाऱ्या वर्णांशीं अजूनहि पुष्कळ अंशीं मिळत असलेलीं दिसून येतात. रोमन लिपींतील H, L इत्यादि नऊ अक्षरांचें ब्राह्मी लिपींतील विसदृश उच्चाराच्या अ, उ, आदिकरून नऊ अक्षरांशीं जेवढें साम्य दिसून येतें तितकें रोमन लिपींतील उपरिनिर्दिष्ट तेरा वर्णांचें फिनीशियन लिपींतील सदृश उच्चाराच्या तेरा वर्णांशीं खास दिसून येत नाहीं. तरीहि पण रोमन व फिनीशियन लिपींचा परस्परसंबंध नाकबूल करून कोणीहि सुज्ञ मनुष्य ब्राह्मी लिपीस रोमन लिपीच्या मातृस्थानीं बसविण्याचें धाडस करणार नाहीं.

ब्राह्मी लिपीच्या वर्णांची हिअरेटिक, फिनीशियन इत्यादि लिपींच्या वर्णांशीं तुलनाः— पाश्चात्य पंडित म्हणतात त्याप्रमाणें ब्राह्मी लिपीचा हिअरेटिक, फिनीशियन वगैरे लिपीशीं जर खरोखरच कांहीं संबंध असला, तर रोमन लिपीचें फिनीशियन लिपीशीं जितकें सादृश्य दिसून येतें त्याहून किती तरी अधिक सादृश्य ब्राह्मी लिपीचें हिअरेटिक, फिनीशियन आदिकरून लिपींशीं दिसून आलें पाहिजे. कारण प्रस्तुत रोमन लिपि व फिनीशियन लिपि यांच्या

काळांमध्यें अजमासें अडीच हजार वर्षांचें अंतर आहे. परंतु वरील लिप्यांपैकीं सर्वांत जुनी हिअरेटिक लिपि व अशोकाच्या लेखांतील ब्राह्मी लिपि यांच्या दरम्यान तर अडीच हजार वर्षांच्या एकतृतीयांशाइतका काळहि लोटला नसेल. मागून जन्मास आलेल्या सेमेटिक लिपी व अशोकाच्या पूर्वीचीहि ब्राह्मी लिपि यांचा संबंध त्याहूनहि पुष्कळ जवळचा दिसून येईल. अशा स्थितींत ब्राह्मी लिपीच्या वर्णांचें या लिपींतील सदृश उच्चाराच्या वर्णांशीं पुढें दिल्याप्रमाणें साम्य आढळून येतें. हिअरेटिक, क्युनिफॉर्म व खरोष्ठी या लिपींचें ब्राह्मी लिपीशीं कांहींच साम्य नाहीं; फिनीशियन हिमिअरिटिक व अरमइक यांच्या वर्णांतील गिमेल हें अक्षर ब्राह्मीच्या ग ह्या अक्षरासारखें आहे; व प्राचीन ग्रीक लिपींचीं गॅमा व थीटा हीं अक्षरें ब्राह्मीच्या ग व थ या अक्षरांशीं मिळतात. ब्राह्मी लिपींतील वर्णांचें हिअरेटिक, फिनीशियन, हिमिअरिटिक, अरमइक व खरोष्ठी या लिपींतील सदृश उच्चारांच्या वर्णांशीं फारच थोडें साम्य असल्यामुळें, ब्राह्मी लिपींतील फक्त १८ च वर्णांचे उच्चार असलेल्या फिनीशियन लिपींतील २२ वर्णांपासून ब्राह्मीच्या २२ अक्षरांची बुह्लर यानें जी उत्पत्ति काढली ती कितपत सयुक्तिक आहे हें कोणासहि सहज सांगतां येण्यासारखें आहे.

वरील विवेचनावरून कोणाच्याहि मनांत अशी शंका येईल कीं, फिनीशियन लिपींतील एका गिमेल अक्षराशिवाय दुसऱ्या कोणत्याहि अक्षराचें ब्राह्मी लिपींतील सदृश उच्चाराच्या अक्षराशीं साम्य नसतांना, बुह्लर यानें फिनीशियनपासून ब्राह्मीची उत्पत्ति दाखविली तरी कशी ? या शंकेचें निरसन करण्याकरितां बुह्लरच्या ग्रंथांत फिनीशियन व ब्राह्मी लिपींच्या अक्षरांमध्यें कोणत्या रीतीनें साम्य दाखविलें आहे यासंबंधीं थोडी माहिती खालीं दिली आहे.

बुह्लरच्या ग्रंथांतील दोन लिपींच्या वर्णांत सादृश्य दाखविण्याची सदोष रीतिः—सेमेटिक व ब्राह्मी लिपींच्या घडणींमध्यें मुख्य फरक हा दिसून येतो कीं, फिनीशियन आदिकरून लिपींच्या अक्षरांतील वरचा भाग प्रायः स्थूल असून खालच्या भागांत उभ्या किंवा तिरकस रेघा दृष्टीस पडतात. परंतु ब्राह्मी लिपीच्या बऱ्याच अक्षरांत वरच्या भागास बारीक रेषांनीं आरंभ होऊन खालचा भाग अधिकाधिक स्थूल झालेला दिसून येतो. ब्राह्मीचें सेमेटिक लिपींशीं सादृश्य दाखवितांना, त्यांमध्यें हा फरक दिसून येण्याचें बुह्लरनें असें कारण सांगितलें कीं, हिंदू लोकांनीं सेमेटिक लिपींतील कित्येक अक्षरें उलटीं करून त्यांचा वरचा भाग खालीं व खालचा वर करून टाकला. कांहीं अक्षरें उभीं होतीं तीं आडवीं केलीं व कांहींमधील मूळचा कोन उघडून त्याच्या दोन वेगवेगळ्या रेषा केल्या. याशिवाय त्या लिपींत आणखी जो भेद दिसूं लागला त्याची वासलात लावण्याकरितां या पंडितानें असें ठरविलें कीं, ब्राह्मी लिपि प्रथम उजवीकडून डावीकडे लिहिण्याचा प्रघात होता; परंतु पुढें तो बदलून जेव्हां ती लिपि डावीकडून उजवीकडे लिहिण्याची रीत प्रचारांत आली तेव्हां तिच्या अक्षरांचें मूळ रूप पालटून त्यांची डावी बाजू उजवीकडे व उजवी डावीकडे झाली. वरील गोष्टी गृहीत धरूनहि जेव्हां सादृश्य दाखविण्यास अडचण पडूं लागली, तेव्हां हिंदू लोकांच्या माथीं मूळच्या सेमेटिक अक्षरांवर आणखी असे संस्कार केल्याचा आरोप करण्यांत आला कीं, त्यांनीं कोठें मुळांतील रेषा मागेंपुढें सरकविली, कोठें रेषा नव्हती तेथें नवीन काढली, कोठें मूळची रेषा पुसून टाकली, कोठें ती वाढविली, कोठें ती लहान केली, कोठें खालच्या बाजूची रेषा वर नेली, कोठें दोन रेषांनां जोडणारी नवीन रेषा काढली, कोठें आडवी रेषा उभी केली, कोठें तिरकस रेषा सुधी केली, कोठें परस्परांचें छेदन करणाऱ्या रेषांऐवजीं एक टिंब ठेविलें, कोठें डावीकडे मुरडलेल्या रेषेस वरच्या बाजूस वाढवून तिची गांठ केली, कोठें त्रिकोणास धनुष्याकृति केलें व कोठें मुळांतील कोपरे मिटवून त्यांची अर्धवर्तुळाकृति रेषा केली. इतकेंहि करून शेवटीं बुह्लरला ब्राह्मीच्या सात वर्णांची उत्पत्ति अगदीं भिन्न उच्चारांच्या फिनीशियन वर्णांपासून काढावी लागली. फिनीशियनपासून ब्राह्मीचीं अक्षरें कशीं सिद्ध झालीं हें दाखविण्यासाठीं बुह्लरनें प्रत्येक ओळींत आरंभीं फिनीशियन अक्षर दिलें असून शेवटीं त्यापासून सिद्ध झालेला अशोकाच्या लेखांतील ब्राह्मीचा वर्ण दिला आहे. त्यांच्या दरम्यान फिनीशियनपासून ब्राह्मीचें अक्षर तयार होत असतांना त्याचीं मध्यंतरींचीं निरनिराळीं रूपांतरें दाखविलीं आहेत. हीं रूपांतरें बुह्लरला कोठें प्राचीन काळच्या लेखांत सांपडलीं आहेत अशांतला मुळींच भाग नाहीं. फिनीशियनपासून ब्राह्मीचीं अक्षरें तयार होण्याकरितां मधलीं रूपांतरें कशीं असावयास पाहिजेत हें त्यानें केवळ कल्पनेनें ठरवून तीं आपल्या पुस्तकांत घातलीं आहेत.

बुह्लरच्या सादृश्यविवेचनांतील अतिकल्पना.— बुह्लर यानें मूळ अक्षरांत जेवढे फेरफार करावयास सांगितले आहेत तेवढे फेरफार करून फिनीशियनपासून ब्राह्मीचीच काय पण कोणत्याहि एका लिपीपासून वाटेल त्या दुसऱ्या लिपीची उत्पत्ति सहज दाखवितां येईल. उदाहरणार्थ, तक्षशिलेच्या लेखांतील अरमइक अक्षरांपासून किंवा हल्लींच्या इंग्रजी रोमन लिपीच्या अक्षरांपासून बुह्लरचे नियम लावून ब्राह्मीचीं अक्षरें अगदीं सहज घडवितां येतात हें पंडित ओझा यांनीं दाखविलें आहे.

फिनीशियनपासून ब्राह्मीची उत्पत्ति दाखविण्यास जेवढे प्रयास पडतात त्यापेक्षांहि कमी प्रयासांत तक्षशिलेच्या अरमइक अक्षरांपासून किंवा इंग्रजी रोमन अक्षरांपासून ब्राह्मी अक्षरांची उत्पत्ति दाखवितां येत असतांहि जर ब्राह्मी लिपि अरमइक किंवा रोमन लिपीपासून निघाली असें म्हणतां येत नाहीं, तर ती फिनीशियनपासून निघाली असें म्हणावयास बुह्लरला तरी जास्त काय आधार आहे ? वास्तविक पाहिलें असतां एक गिमेल अक्षर खेरीज करून फिनीशियनमधील

दुसऱ्या कोणत्याहि अक्षराचें ब्राह्मींतील सदृश उच्चाराच्या अक्षराशीं साम्य नाहीं. व म्हणूनच बुह्लर याचें 'हिंदुस्थानांतील ब्राह्मी लिपीची उत्पत्ति' हें पुस्तक छापून प्रसिद्ध झाल्यावरहि मागें सांगितल्याप्रमाणें ऱ्हीस डेव्हिड्स यास आपलें 'बुद्धिस्ट इंडिया' पुस्तक लिहितांना असें म्हणणें भाग पडलें कीं ब्राह्मी लिपि उत्तर सेमेटिक किंवा दक्षिण सेमेटिक यांपैकीं कोणत्याहि लिपीपासून निघाली नाहीं. 'एन्सायक्लोपीडिआ ब्रिटानिका' मध्यें तर असें स्पष्ट म्हटलें आहे कीं, बुह्लरचा निबंध कितीहि विद्वत्ताप्रचुर असला तरी त्यापासून ब्राह्मीच्या उत्पत्तीविषयीं निर्णयात्मक असें कांहींच ठरूं शकत नाहीं [आवृत्ति ९, पु. ३३, पान ९०३].

फिनीशियन लिपीची उत्पत्ति ख्रिस्तपूर्व दहाव्या शतकाच्या सुमारास झाली असें मानण्यांत येतें. अशोकाच्या शिलालेखांत ब्राह्मीप्रमाणेंच दुसऱ्या ज्या एका खरोष्ठी लिपीचा उपयोग केलेला आढळतो तिची उत्पत्ति सेमेटिक लिपीपासून झाली असल्यामुळें फिनीशियन ही तिची आद्यजननी आहे. अशा स्थितींत जर ब्राह्मीचीहि उत्पत्ति फिनीशियनपासूनच झाली असती, तर ब्राह्मीपासून निघालेल्या गुप्त व तेलगू-कानडी ह्या दोन लिपींत ज्याप्रमाणें इसवी सनाच्या पांचव्या सहाव्या शतकांत बरेंचसें सादृश्य आढळून येतें त्याचप्रमाणें ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांत—म्हणजे अशोकाच्या वेळीं—ब्राह्मी व खरोष्ठी लिपींतहि आढळून यावयास हवें. परंतु ज्या अर्थी अशोकाच्या लेखांतील ब्राह्मी व खरोष्ठी लिपींत कांहींच साम्य दिसून येत नाहीं त्या अर्थी त्या दोन्ही लिपींचें मूळ एक नसलें पाहिजे हें उघड आहे.

ब्राह्मी लिपि पूर्वी फारशीप्रमाणें उलटी लिहीली जात होती काय?—फिनीशियनपासून ब्राह्मीची उत्पत्ति दाखवितांना बुह्लर यास अलेफ, योध इत्यादि कित्येक अक्षरांची अंगपालट —म्हणजे डावी बाजू उजवीकडे व उजवी बाजू डावीकडे— करण्याची अवश्यकता भासली. इ.स.१८९१ मध्यें जनरल कनिंगहॅम यानें 'हिंदुस्थानांतील प्राचीन नाणीं' नामक जें एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें त्यांत मध्यप्रांताच्या सागर जिल्ह्यांतील एरण नांवाच्या एका पुरातन गांवीं सांपडलेल्या कित्येक नाण्यांचे ठसे छापले होते. त्यांपैकीं एकावर 'धमपालस' हीं अक्षरें उजवीकडून डावीकडे निघालेलीं पाहून बुह्लर यास सेमेटिकपासून ब्राह्मीची उत्पत्ति झाली हें सिद्ध करण्याकरितां जो कांहीं पुरावा पाहिजे होता तो मिळाला असें वाटलें. कारण त्यास अशोकाच्या जौगड व धौली येथील लेखांत ओ, व जौगडच्या आणि दिल्लीच्या सिवालिक स्तंभावरील लेखांत ध, हीं अक्षरें उलटीं कोरलेलीं अगोदरच मिळालीं असल्यामुळें, त्यांवरून त्यानें ब्राह्मी लिपि पूर्वी उजवीकडून डावीकडे लिहिण्यांत येत होती परंतु मागून ग्रीक लिपीप्रमाणें तिचीहि लेखनशैली बदलून ती डावीकडून उजवीकडे लिहिण्यांत येऊं लागून तिच्या अक्षरांची अंगपालट झाली असा सिद्धांत काढला होता; पण ब्राह्मी लिपि उजवीकडून डावीकडे लिहिली जात होती असें मानण्यास प्रत्यक्ष पुरावा कांहींच सांपडला नसल्यामुळें त्यास आपला सिद्धांत डळमळीत वाटत होता. एरण येथें उलटया अक्षरांचें नाणें सांपडतांच बुह्लर यास आपलें कार्य झालें असें वाटलें व त्यानें तेथें मिळालेलीं नाणीं ख्रि. पू. ३५० च्या सुमाराचीं असावीं असा अंदाज करून त्या काळीं ब्राह्मी लिपि उजवीकडून डावीकडे व डावीकडून उजवीकडे अशा दोन्हीहि रीतींनीं लिहिण्याची वहिवाट होती असें ठरविलें.

नाण्यांवरील लिपीची ऐतिहासिक किंमत.—बुह्लरच्या सदरहू सिद्धांतास पुष्टि देण्यास नाण्यांशिवाय दुसऱ्या कोणत्याहि प्रकारच्या लेखाचा पुरावा मिळूं शकला नाहीं ही गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे. अशोकाच्या शिलालेखांत दोन अक्षरें उलटीं कोरलेलीं सांपडतात ह्या गोष्टीस विशेष महत्त्व देतां येत नाहीं. कारण, एक तर अशा चुका लेख खोदणाऱ्या माणसाच्या अज्ञानामुळें किंवा हस्तदोषामुळें होणें असंभवनीय नाहीं; व दुसरें केवळ देशभेदामुळें किंवा कालभेदामुळेंहि अक्षरांच्या रूपांत असला फरक झालेला दृष्टीस पडतो. उदाहरणार्थ, यशोधर्म्याच्या मंदसोरच्या लेखांत 'उ' ची आकृति साधारणतः अर्वाचीन नागरीसारखी आहे, परंतु त्याच शतकांतील गारूलक सिंहादित्याच्या लेखांत ती जवळ जवळ उलटी आहे. पंधराव्या शतकापर्यंत बंगाली लिपींतील 'च' चा कमानदार भाग मूळ ब्राह्मी लिपींतील 'च' प्रमाणें डाव्या बाजूस होता. पण वर्तमान बंगाली लिपींत त्या अक्षराची पूर्ण अंगपालट होऊन तो उजवीकडे आलेला पहावयास मिळतो. इ. स. १८९५ सालीं रॉयल एशियाटिक सोसायटीच्या त्रैमासिकांत एक लेख आला होता. त्यांत सिलोनमध्यें उलटया अक्षरांचे दोन शिलालेख उपलब्ध झाले आहेत असें म्हटलें होतें खरें; परंतु अद्यापपर्यंत त्या शिलालेखांची प्रतिकृति कोठें छापून प्रसिद्ध झाली नाहीं. उलटीं अक्षरें किंवा उलटे लेख जे पहावयास मिळतात ते फक्त नाण्यांवर. सातवाहन (आन्ध्र) वंशी शातकर्णी राजाच्या निरनिराळ्या प्रकारच्या दोन नाण्यांवर [कॅटलॉग ऑफ दि कॉइन्स आफ दि आन्ध्र डिनॅस्टि इ. पान ४, आकृतिपट १, नं. ९ व ११] 'शतकंणिस' हा सबंध लेखचा लेख एरणच्या नाण्याप्रमाणें उलटा आला आहे. पार्थियन 'अब्दगसिस' याच्या एका नाण्यावरील खरोष्ठी लेखाचा एक भाग उलटा—म्हणजे डावीकडून उजवीकडे-निघाला आहे [रॅपसन; इंडियन कॉइन्स, पृ.१५]. महाक्षत्रप रंजुबुल (राजुल) याच्या दोन नाण्यांवर खरोष्ठी लेखाच्या बाजूस y व E ह्या दोन ग्रीक अक्षरांचा एक एकाक्षरी शिक्का आहे. त्यांतील E हें अक्षर एका नाण्यावर बरोबर निघालें आहे, पण दुसऱ्यावर तें उलटें आहे [गा. कॉ. ग्री. सी. पा. ६७ नं. ५ व ६]. पाटणा येथें सांपडलेल्या कित्येक मुद्रिकांवरील 'अगपलश' (अंगपालस्य) ह्या लेखांतील [क. आ. स. रि. पु.

१५, आकृतिपट ३, नं. २] अ हें अक्षर उलटें आहे. दुसऱ्या एका प्राचीन मुद्रिकेवर ' श्रीस्सपकुल' असा लेख आहे त्यांत श्री व प हीं दोन अक्षरें उलटीं निघालीं आहेत [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १९०१, पा. १०४, नं. ९]. अगदीं अलीकडचें उदाहरण घ्यावयाचें म्हणजे इंदूर संस्थानांतील वि. सं. १९४३ च्या नाण्यावरील ' एक पाव आना इंदोर' हा सबंध लेखचा लेख उलटा आला आहे [इं. अँ. पु. २६ पा. ३३६]. प्राचीन काळापासून अर्वाचीन काळापावेतों मधून मधून नाण्यांवर उलटीं अक्षरें किंवा उलटे लेख निघालेले कां सांपडतात याचें कारण अगदीं उघड आहे. नाणीं पाडण्याकरितां जे ठसे तयार करितात त्यांवर अक्षरें उलटीं काढून तीं उलट बाजूनें कोरीत जावयाचीं असल्यामुळें लिहितां वाचतां येणाऱ्या माणसाच्या हातून तीं चुकून सुधीं खोदलीं जाणें अगदीं साहजिक आहे. अशा स्थितींत नाण्यांवरील लेखांच्या आधारावर एखाद्या लिपीच्या लेखनशैलीसंबंधीं कोणतेंहि अनुमान करणें युक्त नाहीं हें सांगावयास नकोच.

ब्राह्मीच्या अत्यंत विकसित स्वरूपामुळें " फिनीशियन" कल्पनेची अग्राह्यता.—सर्वांत उत्तम लिपि तीच कीं, जिच्यामध्यें प्रत्येक उच्चारासाठीं इतका असंदिग्ध संकेत असतो कीं त्यायोगें आपण जसें बोलूं तसेंच लिहून घेतां येतें; व तें लिहिलेलें जर दुसऱ्या कोणीं वाचलें तर त्यांत व आपण जें बोललों होतों त्यांत विलकुल फरक पडत नाहीं. ही कसोटी जर ब्राह्मी लिपीस लावून पाहिली तर तिचें निर्विवाद श्रेष्ठत्व कोणासहि नाकबूल करतां यावयाचें नाहीं; आणि तिच्यांत व सेमेटिक लिपींत चांगुलपणाच्या दृष्टीनें पाहिलें असतां जमीनअस्मानाचें अंतर आहे हेंहि अगदीं स्पष्ट दिसून येईल. ब्राह्मी लिपींत स्वरांची व व्यंजनांची संख्या पूर्ण असून तींत ऱ्हस्वदीर्घांकरितां व अनुस्वारविसर्गांकरितां निरनिराळीं चिन्हें आहेत. प्रत्येक व्यंजनाचा उच्चार कोणत्या स्वरापासून होतो तें पाहून वैज्ञानिक क्रमानें त्यांची मांडणी केली आहे. तिच्या योगानें केवळ संस्कृत भाषेंतीलच नव्हे तर दुसऱ्या कोणत्याहि आर्य भाषेंतील ध्वनी व्यक्त करून दाखवितां येतात, व व्यंजनावरोवर स्वरांचीं चिन्हें जोडण्याची ब्राह्मीमध्यें जी विशेष सोय आहे ती दुसऱ्या कोणत्याहि लिपींत नाहीं. सेमेटिक लिपींत २२ अक्षरें आहेत, पण त्यांनीं फक्त १८ च निरनिराळे उच्चार लिहून दाखवितां येतात. तींत किंवा तिजपासून निघालेल्या कोणत्याहि लिपींत स्वर आणि व्यंजनें वेगवेगळीं नाहींत, स्वरांत ऱ्हस्वदीर्घाचा भेद नाहीं, अक्षरांत क्रम नाहीं, एका उच्चाराकरितां अनेक चिन्हें आहेत व एका चिन्हापासून अनेक उच्चार होतात. त्यांत स्वरांचा व्यंजनांशीं संयोग करण्याची सोय नसून व्यंजनापुढेंच स्वर वेगळा लिहावा लागतो; आणि स्वरांची संख्या देखील पूर्ण आहे म्हणावी तर तेंहि नाहीं. फिनीशियनची उत्पत्ति ख्रिस्तपूर्व दहाव्या शतकांत झाली असें म्हणतात. जन्मभूमींत तिचा विकास होऊन ती हिंदुस्थानापावेतों येण्यास वराच काळ लोटणें अवश्य आहे. परंतु इकडे हिंदुस्थानांत तर ब्राह्मी लिपि अशोकाच्या काळीं म्हणजे ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांतच पूर्णावस्थेस जाऊन पोंचलेली दृष्टीस पडते. अशोकाच्या पूर्वींचे फारसे लेख अद्याप उपलब्ध झाले नाहींत. परंतु पुढें मागें होण्याचा संभव आहे. पिपरावा व वडली येथें सांपडलेले लेख ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांतील आहेत असें प्रतिपादन करण्यांत आलें आहे. कलकत्ता येथील ' इंडियन म्यूझिअमच्या' सज्जांत उदय व नंदिवर्धन यांचे, व मथुरेच्या पदार्थसंग्रहालयांत अजातशत्रूचा पुतळा आपणांस आढळून आल्याचें श्री. जयस्वाल यांनीं नुकतेंच प्रसिद्ध केलें असून [विभाग पहिला, शुद्धिपत्र, पृष्ठ ३०० वर दिलेली टीप पहा] त्यांवरील लेखहि मौर्य राजांच्या पूर्वींचे आहेत असें म्हणतात. ज्याला लेखनकला अवगत असल्याशिवाय आपली अष्टाध्यायी रचतांच आली नसती असें पूर्वीं दाखविण्यांत आलें आहे त्या पाणिनीचाच काळ ख्रिस्तपूर्व सातव्या शतकापूर्वीं ढकलण्यांत येतो. वेदांतर्गत ग्रंथांतील संस्कृत वाङ्मय तर फिनीशियन लिपीचा जन्म होण्याच्या शेंकडों वर्षें अगोदरचें आहे हें कोणासच नाकबूल करतां येत नाहीं. तेव्हां असा साहजिकच प्रश्न उद्भवतो कीं, जींत ६३ किंवा ६४ मूल उच्चार आहेत अशा संस्कृत भाषेच्या लेखनाकरितां केवळ १८ च उच्चारांचीं चिन्हें असलेल्या भिकारड्या सेमेटिक लिपीची मदत घेऊन उपयोग तरी काय झाला असेल ? ज्या लोकांनीं सेमेटिक सारखी अपूर्ण व क्रमरहित लिपि घेऊन, तिची लिहिण्याची दिशा पालटून, अक्षरांची तोडमोड करून, केवळ १८ उच्चारांचीं चिन्हें मिळालीं असतां आणखी ४५-४६ चिन्हें स्वतःच्या कल्पनेनें निर्माण करून, व्यंजनांशीं जोडण्याकरितां स्वतंत्र स्वरचिन्हांची कल्पना काढून, अनुस्वारविसर्गांचीं चिन्हें बनवून, स्वर व व्यंजनें वेगळीं करून, त्यांना उच्चाराच्या स्थानानुक्रमानें संगतवार लावून सर्वांगपूर्ण अशी नवी लिपि बनविली त्यांना केवळ १८ च चिन्हांकरितां दुसऱ्याच्या तोंडाकडे पाहण्याची गरज लागली असेल काय? लागली असेल असेंच, म्हणजे वेवरचें म्हणणें जरी खरें धरलें तरी भारतीयांनीं आपल्या लिपियोजनेंत तीनचतुर्थांश प्रमाणांत नवीन सृष्टि उत्पन्न केली असें होईल. पाश्चात्य पंडितांपैकीं सर्वच कांहीं सारखे दुराग्रही नसतात. एडवर्ड थॉमस [न्युमिसमॅटिकः क्रॉनिकल, इ. स. १८८३ नं. ३], प्रो. डॉसन [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १८८१ पा. १०२ व इं. अँ. पु. ३५ पा. २५३], जनरल कनिंगहॅम [कॉइन्स ऑफ एन्शंट इंडिया पु. १, पा. ५२] व प्रो. लॅसन [इंडिश्च आल्टर थुमस्कुंड, द्वितीयावृत्ति पृ. १००६ (१८६७)] यांनीं ब्राह्मी लिपीची अप्रतिमता ओळखून ती विदेशीय लिपीपासून काढली असणें शक्य नाहीं असा स्पष्ट कबुलीजबावहि दिला आहे.

ब्राह्मी लिपीच्या उत्पत्तीविषयीं आपलें अज्ञानः—हिंदुस्थानचा प्राचीन इतिहास अद्याप गाढ अंधःकारांत गुर-

फटलेला आहे. विदेशीय लोकांच्या आपल्या देशांत ज्या वरचेवर स्वाऱ्या होत गेल्या त्यांत जुन्यां स्थळांचा नाश होऊन त्यांच्या जागीं नवीन वसाहती होत गेल्याकारणानें आपल्या पूर्वजांच्या वसतीचे अवशेष भूपृष्ठाच्या पन्नास फूट खालीं गेले आहेत. सर्व देश एकाच राजाच्या ताब्यांत पूर्वी कधीं न राहिल्यानें आपल्या देशाचा क्रमवद्ध इतिहास लिहिला जाऊं शकला नाहीं. ऐतिहासिक संशोधन आपल्या येथें अजून प्राथमिकावस्थेंतच आहे. सर्वांत जुने असे जे शिलालेख आज उपलब्ध आहेत ते ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकाच्या अलीकडचेच आहेत. तथापि जे आहेत तेच लेखनकला त्या काळीं पूर्णावस्थेंत होती असें दाखवितात. आपल्या प्राचीन वाङ्मयांत लेखनकलेसंबंधीं जे उल्लेख सांपडतात ते मात्र याहूनहि फार जुने आहेत. प्राचीन शिलालेखांतील अक्षरांची शैली घ्या किंवा प्राचीन वाङ्मयांतील कोठलेहि लेखनकलेसंबंधीं उल्लेख घ्या, त्या सर्वांवरून हेंच दिसून येतें कीं त्या काळीं हिंदुस्थानांतील लेखनकला प्रौढावस्थेंत होती. अशा स्थितींत ब्राह्मी लिपीची उत्पत्ति कशी झाली व ती ज्या स्वरूपांत आपणांस दृष्टीस पडते त्या स्वरूपांत येण्यापूर्वीं तिच्या अक्षरांचीं कोणकोणतीं परिवर्तनें झालीं, याविषयीं आपणांस निश्चित असें कांहींच सांगतां येणें शक्य नाहीं. निश्चयपूर्वक कांहीं सांगतां येत असेल तर तें एवढेंच कीं, लेखनकलेच्या अस्तित्वाविषयीं जेथपर्यंत पुरावा सांपडतो तेथपर्यंत ती परिणतावस्थेंत व पूर्ण व्यवहारांत आलेलीच दृष्टीस पडते; व हिंदुस्थानच्या बाहेरून आलेल्या कोणत्याहि लिपीपासून तिची उत्पत्ति सिद्ध करणें शक्य नाहीं.

ब्राह्मीच्या उत्पत्तीविषयीं दोन भारतीयांचीं अनुमानें:—श्रीयुत आर. शामशास्त्री यांनीं 'इंडियन अँटिक्वरि' नामक नियतकालिकाच्या ३५ व्या पुस्तकांत एक विस्तृत लेख [पानें २५३–६७; २७०–९० व ३११–२४] लिहून असें दाखविण्याचा प्रयत्न केला आहे कीं, देवतांच्या मूर्ती बनण्यापूर्वीं हिंदू लोक त्यांची उपासना कांहीं सांकेतिक चिन्हांच्या द्वारें करीत असत, व हीं चिन्हें त्रिकोण, वर्तुळ इत्यादि आकृतींनीं तयार केलेल्या 'देवनगर' नामक यंत्रांत काढलीं जात. देवनगराच्या मध्यें लिहिलीं जाणारीं हीं सांकेतिक चिन्हें कालांतरानें त्या त्या देवतांच्या नांवांचीं आद्याक्षरें मानलीं जाऊं लागलीं व तीं आरंभीं देवनगरामध्यें काढीत असत म्हणून त्यांनां देवनागरी असें नांव पडलें. हा लेख मोठा विद्वत्ताप्रचुर आहे खरा, परंतु ज्या तांत्रिक पुस्तकांतून लेखकानें आपलीं अवतरणें घेतलीं आहेत तीं वैदिक वाङ्मयाच्या पूर्वींचीं नसलीं तरी निदान मौर्यकालाच्या तरी पूर्वींचीं आहेत हें जोंपर्यंत सिद्ध होऊं शकत नाहीं तोंपर्यंत सदरहू लेखकाचा सिद्धान्त लंगडा आहे असेंच म्हटलें पाहिजे.

बाबू जगन्मोहनवर्मा यांनीं 'सरस्वती' मासिक पुस्तकांत [ई. स. १९१३ पासून १९१५ पावेतोंचे अंक पहा] प्रसिद्ध केलेली उपपत्ति कांहीं निराळीच आहे. त्यांचें असें म्हणणें आहे कीं, ब्राह्मी लिपीची उत्पत्ति वैदिक चित्रलिपीपासून किंवा तिच्यापासून निघालेल्या एखाद्या सांकेतिक लिपीपासून झाली असावी. परंतु त्यांनीं आपल्या लेखांत वैदिक चित्रलिपींतील म्हणून जीं चित्रें घेतलीं आहेत तीं सर्व मनःकल्पित असून त्यांपासून ब्राह्मी अक्षरांची उत्पत्ति दाखविली आहे त्यास लिखित प्रमाण कांहींच देतां येत नाहीं. अशा स्थितींत त्यांची कल्पना रोचक असली तरी प्रमाणाभावीं ती ग्राह्य धरतां येत नाहीं. बाबू जगन्मोहनवर्मांचा दुसरा सिद्धांत असा आहे कीं, ट, ठ, ड, ढ, व ण हे पांच मूर्धन्य वर्ण मूळ आर्यांचे नाहींत [सरस्वती, इ. स. १९१५, पा. ३७०,७१ पहा]. वैदिक कालाच्या आरंभीं अनार्यांच्या भाषांत हे वर्ण पाहून ते त्यांच्या कानांस फार गोड लागल्यामुळें त्यांनीं ते आपल्या भाषेंत घेतले असें त्यांनीं प्रतिपादन केलें आहे. ह्यास प्रमाण ते असें देतात कीं, पारसिक आर्यांच्या वर्णमालेंत मूर्धन्य वर्णांचा सर्वस्वीं अभाव असून धातुपाठांतील कांहीं थोड्या धातू खेरीज करून इतर कोणत्याहि धातूंच्या आरंभीं मूर्धन्य वर्ण नाहीं. परंतु पारसिक आर्यांत केवळ मूर्धन्य वर्णच नाहींत असें नाहीं तर छ, भ आणि ळ हेहि वर्ण त्यांच्या मध्यें नाहींत; व संस्कृत वाङ्मयांतहि 'ञ' नें आरंभ होणारा एकहि धातु किंवा शब्द सांपडत नाहीं. तेव्हां छ, भ, ळ आणि ञ हेहि वर्ण अनार्यांपासूनच घेतले असें म्हणावयाचें कीं काय? ट, ड, ढ आणि ण ह्यांनीं आरंभ होणाऱ्या अशा कित्येक धातू वैदिक वाङ्मयांत आहेत व ज्यांच्या मध्यें मूर्धन्य वर्ण आहेत असे शब्द तर त्यांत हजारों असतील ग्रीक आर्यांच्या भाषेंत त व द हे नसून उलट ट व ड हेच वर्ण आहेत. व सेमेटिक अनार्यांच्या लिपींत मूर्धन्य वर्णांचा अभाव असल्यामुळेंच ग्रीकांनां फिनीशियन 'त' सूचक ताव् अक्षरापासून 'ट' सूचक टो व 'द' सूचक 'दालेथ्' पासून 'ड' सूचक डेल्टा बनवावा लागला. तेव्हां बाबू जगन्मोहनवर्मा यांचें दुसरें विधानहि सर्वस्वीं निराधारच म्हटलें पाहिजे.

प्रस्तुत विवेचनाचा मथितार्थ एवढाच कीं ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकापूर्वींचा ब्राह्मी लिपीचा इतिहास अज्ञात आहे.

खरोष्ठी लिपि:—हिंदुस्थानांतील दुसरी प्राचीन लिपि जी खरोष्ठी तिला निरनिराळ्या पाश्चात्य पंडितांनीं 'बॅक्ट्रियन पाली,' 'आरियनो पाली,' 'नॉर्थ अशोक,' 'काबुलियन' व 'गांधार' अशीं निरनिराळीं नांवें आपआपल्या इच्छेनुरूप दिलेलीं आढळतात. त्या लिपींत लिहिलेला अशोकाच्या पूर्वींचा एकहि शिलालेख अजूनपर्यंत सांपडलेला नाहीं. तथापि पंजाबांत चालत असलेलीं इराणी लोकांचीं जीं कांहीं प्राचीन नाणीं उपलब्ध झालीं आहेत त्यांवर मात्र ब्राह्मी किंवा खरोष्ठी लिपींतील एक एक अक्षराचा ठसा पहावयास मिळतो.

अशोककालीन व तत्पूर्वीचे खरोष्ठी लिपींतील लेखः—अलेक्झांडर बादशहाच्या हिंदुस्थानावरील स्वारीनंतर पंजाबांत इराणी लोकांचा अंमल राहिला नसल्यामुळें हीं नाणीं ख्रिस्तपूर्व चवथ्या शतकांतील असण्याचा पुष्कळ संभव आहे. अशोकाच्या लेखांपैकीं फक्त शहाबाजगढी व मान्सेरा या ठिकाणचे शिलालेखच खरोष्ठी लिपींत खोदविलेले आहेत. यावरून असें दिसतें कीं, ही लिपि त्या काळीं केवळ गांधार देशांतच, म्हणजे हिंदुस्थानच्या वायव्य सरहद्दीवरील पेशावर व रावळपिंडी जिल्ह्यांत व अफगाणिस्थानांतील काबुल जिल्ह्यांतच प्रचलित होती. म्हैसूरच्या राज्यांतील सिद्धापूर येथील अशोकाच्या लेखांतील शेवटच्या म्हणजे तेराव्या ओळींत 'पडेन लिखितं' या शब्दानंतर लिहिलेलीं 'लिपिकरेण' हीं पांच अक्षरें व भरहुतच्या स्तूपावरील दरवाजावरहि कोठें कोठें एखादें अक्षर खरोष्ठी लिपींत खोदलेलें आहे. परंतु त्यावरून एवढेंच अनुमान निघूं शकतें कीं, हे लेख खोदणारीं माणसें पंजाबाकडील असून त्यांनां खरोष्ठी लिपीचेंहि ज्ञान होतें, व म्हणून त्यांनीं कांहीं कांहीं अक्षरें त्या लिपीचीं काढलीं.

अशोकोत्तरकालीन ग्रीक राजांचे खरोष्ठी लेखः—अशोकाच्या नंतर ही लिपि बहुतांशीं परकीय राजांच्या नाण्यांवर व लेखांमध्येंच पहावयास सांपडते. ख्रि. पू. ३२६ सालीं अलेक्झांडर उर्फ शिकंदर बादशहानें हिंदुस्थानावर स्वारी करून पंजाबांतील बहुतेक भागावर व सिंध प्रांतांत आपला अम्मल बसविला. या ठिकाणीं जरी ग्रीक लोकांचा अंमल पुरीं १० वर्षें देखील टिकला नाहीं, तरी हिंदुकुश पर्वताच्या उत्तरेस 'बॅक्ट्रिया' (वल्ख) देशांत मात्र त्यांचें राज्य चिरस्थायि झालें होतें. तेथील युथिडेमॉस राजाच्या कारकीर्दींत बहुधा त्याच्या डिमेट्रिऑस नामक मुलाच्या हाताखालीं ख्रि. पू. दुसऱ्या शतकाच्या प्रारंभाच्या सुमारास ग्रीक लोकांनीं हिंदुस्थानावर पुन्हां स्वारी करून काबुल व पंजाब हे दोन्ही प्रांत आपल्या अमलाखालीं आणले. या ठिकाणीं नंतर त्यांचा अंमल वाढत, कमी होत, जवळ जवळ इसवी सनाच्या पहिल्या शतकाच्या अखेरपावेतों कायम राहिला. अफगाणिस्थानांत व पंजाबांत या राजांचीं जीं कित्येक नाणीं सांपडलीं आहेत त्यांच्या एका बाजूस प्राचीन ग्रीक लिपींतील अक्षरें असून दुसऱ्या बाजूस खरोष्ठी लिपीचे प्राकृत भाषेंतील लेख आहेत [पर्सी गार्डनर कॉ; ग्री. सी. प्लेट ३–१५. व्हा; कॅ. कॉ. पं. म्यु. पुस्तक १, प्लेट १–९; व स्मि. कॅ. कॉ. इं. म्यु. प्लेट १–६].

शक राजांचे लेखः— शक लोकांनीं ग्रीकांपासून बॅक्ट्रियाचें राज्य जिंकून घेतल्यावर ते हिंदुकुश पर्वत ओलांडून दक्षिणेस आले; व त्यांनीं पश्चिमेस हिरातपासून पूर्वेस सिंधूनदापावेतों सर्व मुलूख पादाक्रान्त केला. नंतर त्यांनीं हळू हळू पुढें सरकून आणखीहि राज्यविस्तार केला. त्यांच्या नाण्यांवरहि एका बाजूस ग्रीक व दुसऱ्या बाजूस खरोष्ठी अक्षरें दृष्टीस पडतात [गा.; कॉ. ग्री. सी. प्लेट १६-२१. व्हाइटहेड; कॅ. कॉ. पं. म्यु. पुस्तक १, प्लेट १०–१४; व स्मि. कॅ. कॉ. इं. म्यु. प्लेट ८–९]. शकवंशी मोग (मोअ) राजाच्या कारकीर्दींतील त्याच्या पतिक नामक क्षत्रपाचा तक्षशिला येथें एक (सं. ७८ चा) ताम्रपटलेख [ए. इं. (एपिग्राफिआ इंडिका); पुस्तक ४, पान ५५–५६] मिळाला आहे त्याची लिपीहि खरोष्ठीच आहे.

क्षत्रपांचे लेखः— शक राजांनीं आपल्या मुलुखांतील निरनिराळ्या भागांचा कारभार पाहण्याकरितां नेमलेल्या अधिकाऱ्यांस क्षत्रप ह्मणत असत. क्षत्रप शब्द जरी संस्कृतासारखा दिसतो तरी तो प्राचीन इराणी भाषेंतील क्षत्र ह्मणजे जिल्हा या शब्दापासून सिद्ध झाला आहे. आणि क्षत्रप शब्दाचा अर्थ जिल्ह्याचा अधिकारी असा होतो असें बऱ्याच लोकांचें मत आहे. त्यास रा. वि. का. राजवाडे आक्षेप घेतात. त्यांच्या मतें ज्या कालांत सत्रप शब्द इराणी भाषेंत सांपडावयास पाहिजे त्या काळांत सांपडत नाहीं, व यावरून ते असें अनुमान काढतात कीं, क्षत्रप हा शब्द भारतीय असून सत्रप हा शब्द क्षत्रप याचाच अपभ्रंश असावा. हे क्षत्रपहि बहुधा शकच असावे. पण त्यांनीं पुढें आपल्या राजाची सत्ता झुगारून देऊन ते स्वतंत्र झाले. देशभेदानुसार या क्षत्रपांचे उत्तर क्षत्रप व पश्चिम क्षत्रप असे दोन भाग करितात. तक्षशिला, मथुरा इत्यादि उत्तरेकडील प्रांतांच्या क्षत्रपांस उत्तरक्षत्रप असें म्हणतात. पश्चिम क्षत्रपांत माळवा, राजपुताना, गुजराथ, काठेवाड, कच्छ व दक्षिणेकडील प्रांतांच्या क्षत्रपांचा समावेश होतो. उत्तरक्षत्रपांपैकीं (मनिगुलचा पुत्र) जिहोनिस, (आर्तसचा पुत्र) खरपोस्त, रंजुबुल (राजुल) इत्यादिकांचीं नाणीं सांपडलीं आहेत. त्यासर्वांवर व पश्चिम क्षत्रपांपैकीं फक्त भूमक, नहपान व चष्टन यांच्या नाण्यांवर खरोष्ठी लेख मिळतात. पश्चिम क्षत्रपांतील राहिलेल्या सर्वांच्या नाण्यांवर ब्राह्मी लिपींतीलच लेख आढळतात. मथुरेचा महाक्षत्रप राजुल याच्या कारकीर्दींतील त्याच्या पट्टराणीचा, मुलाचा व आणखी कित्येक कमी दर्जाच्या माणसांचे लेख मथुरेस सांपडले आहेत. त्यांची व क्षत्रप गणकूवकचा मुलगा कविशिअ क्षत्रप याच्या रावळपिंडीच्या २० मैल अग्नेयीस माणिकिआल येथील स्तूपांत मिळालेल्या पितळेच्या डब्याच्या झांकणावरील लेखाची लिपि खरोष्ठीच आहे [ए. इं.; पुस्तक ९, पानें १४१–४७; व पुस्तक १२, पान २९९].

पार्थियन राजांचे लेखः—पार्थियन राजे देखील शकवंशीच असावे. ते पार्थियाकडून आले ह्मणून त्यांनां पार्थियन म्हणतात. त्यांचें राज्य कंदाहार, सीस्तान, पश्चिम पंजाब व सिंध एवढ्या भागांत कमीजास्त होत राहिलें. त्यांच्याहि नाण्यांच्या दुसऱ्या बाजूस खरोष्ठी लिपींतीलच अक्षरें आहेत [गा. कॅ. कॉ. ग्री. सी. प्लेट २२–२३; व्हा.

कॅ. कॉ. पं. म्यू; पुस्तक १ प्लेट १५-१६. स्मि. कॅ. कॉ. इं. म्यु. प्लेट ९]. पार्थियन राजा गोंडोफेरस याच्या कारकीर्दीच्या २६ व्या वर्षांतील (सं. १०३ मधील) पंजाबच्या युसफजई जिल्ह्यांतील तख्तीवही येथें एक खरोष्ठी लिपींतील शिलालेख सांपडला आहे [ज. ए.; (जर्नल एशियाटिक इ. स. १८९०, भाग १, पान ११९].

कुशन राजांच्या कारकीर्दींतील लेख.—कुशनवंशी राजे मध्यअशियांतून हिंदुस्थानांत आले. यांनां कवि कल्हण आपल्या राजतरंगिणींत तुरुष्क म्हणजे तुर्कवंशी म्हणतो. कुशनवंशी राजांच्या नाण्यांवर त्यांचीं जीं चित्रें दिलीं आहेत त्यांतील त्यांच्या तुर्की पोषाखावरूनहि कल्हणच्या म्हणण्यासच पुष्टि मिळते. या राजांपैकीं कुजुल कडफिसेस, कुजुलकर कडफिसेस व वेम कडफिसेस या तीन राजांच्या नाण्यांवर खरोष्ठी लेख आहेत; परंतु कनिष्क हुविष्क व वासुदेव यांच्या नाण्यांच्या दोन्हीहि बाजूंस ग्रीक लिपींतील लेख आढळून येतात [गा; कॅ. कॉ. ग्री. सी. प्लेट २५-२६. व्हा; कॅ. कॉ. पं. म्यु. पु. १, प्लेट १७-२०. स्मि; कॅ. कॉ. इं. म्यू; प्लेट ११-१४]. कुशनवंशी राजांचे ताम्रपटादि लेख मात्र बरेच सांपडतात. यांपैकीं एकट्या कनिष्काचेच [ज. ए; इ. स. १८९०, भाग १ पा. १३६; इं. अँ; पु. १० पा. ३२६ व पु. ११ पान १२८; क; आ. स. रि; पु. ५ पा. १६० च्या समोरची प्लेट; आ. स; इ. स. १९०९-१० पा. १३६-३८; इं. अँ. पु. ३८ पा. ५८] सात लेख असून त्यांपैकीं दोन लेखांवर सं. ११ व एकावर सं. ४१ दिलेला आहे. हे सर्व पंजाब किंवा वायव्य सरहद्दीकडील प्रांत या भागांतच मिळाले आहेत. हुविष्काचा एक लेख [ए. इं; पु. ११ पा. २१०—११] अफगाणिस्थानांत सांपडला असून त्यावरचा संवत् ५१ आहे. कुशनवंशी कोणातरी राजाचे सं. १२२ व सं. १३६ मधील आणखीहि दोन लेख [क; आ. स. रि; पु. ५, पा. १६१ व प्लेट १६, संख्या ४; ज. रॉ. ए. सो; इ. स. १९१४ पा. ९७५—७६ व इ. स. १९१५ पान १९२ च्या समोरची प्लेट] उपलब्ध झाले आहेत. यांशिवाय त्यांच्याच कारकीर्दींतील इतरेजनांचेहि कित्येक लेख मिळाले आहेत [ज. रॉ. ए. सो; इ. स. १९१५ पान ९२ व त्याच्या समोरची प्लेट; इं. अँ. पु. ३७ पान ६६; क; आ. स. रि; पु. ५ पा. ५८, प्लेट १६, संख्या २; ज. ए; इ. स. १८९०, भाग १ पा. १३०; इं. अँ; पु. ३७, पान ६४ ; ज. ए; इ. स. १८९४, भाग २, पान ५१४; इं. अँ; पु. ३७, पान ६५; इं. अँ; पु. ३७, पा. ६६; आ. स; इ. स. १९०३—४ पा. २५५; प्लेट ७० संख्या ९; ज ए; इ. स. १८९४ भाग २; पा. ५१०; आ. स. १९०३-४, पा. २५१, प्लेट ७०, संख्या ४; ए. इं; पु. १२, पा. २०२]. या सर्व लेखांवर २८ पासून ३८४ च्या दरम्यानचे संवत् आहेत. हा संवत् कोणता आहे याविषयीं निर्णयात्मक असें अजून कांहीं ठरलें नाहीं. परंतु तो शक संवत् असावा असा पंडित ओझा यांचा तर्क आहे. यांशिवाय संवत् नसलेले जे लेख सांपडले आहेत ते पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत. क; आ. स. रि; पु. २, पा. १३० व प्लेट ५९; ए. इं; पु. १२ पा. ३०१; क; आ. स. रि. पु. २, प्लेट ५९, संख्या ३; ज. ए. सो. बंगा; इ. स. १९०८ पा. ३६४; ए. इं. पु. ८, पा २९६; क; आ. स. रि. पु. २ प्लेट ५९; आ. स; १९०२-३, पा. १६३; आ. स; १९०२—३, पा. १६७, १७६; ए. इं; पु. ७ पा. ११८ च्या समोरची प्लेट; क; आ. स. रि; पु. ५, प्लेट १६, संख्या ५ व ६; आ. स; इ. स. १९०३-४; प्लेट ७०, संख्या २, ३, ५, ६, ७ व ८. हे बौद्ध स्तूपांत ठेविलेल्या शिलापात्रांवर, सोन्याच्या, चांदीच्या किंवा तांब्याच्या पत्र्यावर, पाषाणावर किंवा देवतादिकांच्या मूर्तीच्या दगडी बैठकीवर खोदविलेले आहेत. यांतील बहुतेक गांधार देशांतच, व त्यांतूनहि विशेषतः तक्षशिला (पंजाबच्या रावळपिंडी जिल्ह्यांतील शाहढेरी) व चारसड्डा (पुष्कलावती) येथेंच मिळाले आहेत. पंजाबच्या बाहेर अफगाणिस्थान किंवा मथुरा यांशिवाय अन्यत्र कोठेंहि हे लेख सांपडले नाहींत.

औदुंबरादि एतद्देशीय राजांच्या कारकीर्दींतील लेख.— आतांपावेतों सांगितलेल्या परद्वीपस्थ राजांशिवाय औदुंबरवंशी व कुनिंदवंशी एतद्देशीय राजांचींहि कांहीं नाणीं सांपडलीं असून त्यांच्याहि एका अंगास प्राकृत भाषेंतील खरोष्ठी लिपींत लिहिलेले लेख आहेत. परंतु हीं देखील नाणीं पंजाबांतच सांपडलीं असल्यामुळें, प्राचीन काळीं खरोष्ठी ही हिंदुस्थानांतील सार्वत्रिक लिपि नसून तिचा प्रचार फक्त या देशाच्या वायव्येकडील कांहीं भागांतच होता हें निर्विवाद सिद्ध होतें. त्याचप्रमाणें खरोष्ठी लिपीचा परकीय राजांशीं जो संबंध दिसून येतो त्यावरून एक तर तिची उत्पत्तीच मुळांत हिंदुस्थानाबाहेर झाली असावी किंवा निदान तिच्या मातृपदाचा तरी मान एखाद्या विदेशी लिपीस मिळाला असावा असें साहजिक अनुमान निघतें.

खरोष्ठीचें अरमइक लिपीशीं सादृश्य.—हिंदुस्थानाबाहेरील कोणत्या तरी लिपींत खरोष्ठीचें मूळ शोधून काढण्याच्या दृष्टीनें आपण विचार करूं लागलों म्हणजे प्रथमारंभींच खरोष्ठी व फारशी या दोन लिपींतील लेखनपद्धतींचें सादृश्य आपल्या ध्यानांत आल्यावांचून रहात नाहीं. या दोन्हीहि लिपींत उजवीकडून डावीकडे लिहीत जाण्याचा प्रघात असल्यामुळें सेमेटिक लिपीपासूनच खरोष्ठीची उत्पत्ति झाली असली पाहिजे हें निर्विवाद आहे. खरोष्ठी व सेमेटिक अक्षरांचा तुलनात्मक अभ्यास केला असतां असें आढळून येतें कीं, खरोष्ठी लिपींतील कित्येक अक्षरांचे सदृश उच्चारांच्या अरमइक अक्षरांशीं बरेंच साम्य आहे. खरोष्ठींतील "ब" "द," "व," "य," "न" आणि "र" या सहा अक्षरांचें सक्कारा, पापायरस व तक्षशिला यांपैकीं कोणत्याहि लेखांतील अनुक्रमें बेथ्, दालेथ्,

'वाव्, योध्, नून् व रेश् या सहा अक्षरांशीं इतकें सादृश्य आहे कीं तें कोणासहि नाकबूल करतां येणार नाहीं. खरोष्ठींतील 'क' हें व्यंजन सक्कारा लेखांतील "काफ्" व तक्षशिलालेखांतील "कॉफ्" या दोन अक्षरांच्या रूपांच्या संमिश्रणानें झालेलें दिसतें. खरोष्ठींतील "ज" सक्कारादि लेखांतील "जाइन" अक्षरासारखा आहे व तिच्या 'स'चें सक्कारा व तक्षशिला येथील लेखांतील त्सेध या अक्षराशीं साम्य आहे. पंडित ओझा यांनां 'ह' या व्यंजनाचेंहि तक्षशिलाच्या लेखांतील 'हे' ह्या अक्षराशीं कांहीं अंशीं साम्य दिसतें. व 'ष' ला जर आपण उलटा केला तर तो पापायरस व सक्कारा लेखांतील "शिन्" या अक्षराशीं मिळतो असें ते म्हणतात. परंतु या दृष्टीनें जर आपण पाहूं लागलों तर खरोष्ठींतील 'प' ची डावी बाजू उजवीकडे नेली असतां त्याचें सक्कारा व तक्षशिला लेखांतील 'पे' शीं, व 'ग' उलटा केला असतां त्याचें सक्कारा, पापायरस व तक्षशिला यांपैकीं कोणत्याहि लेखांतील 'गिमेल'शींहि सादृश्य असलेलें आढळून येईल. सारांश, खरोष्ठीच्या उपयोगीं पडण्यासारख्या अरमइक लिपींतील १८ वर्णांपैकीं ९ वर्णांचें सदृश उच्चारांच्या खरोष्ठींतील वर्णांशीं निर्विवाद साम्य आहेच; पण थोडीशी ओढाताण करून आणखीहि चारांचें खरोष्ठींतील अक्षरांशीं साम्य दाखवितां येतें.

हखामनी वंशाच्या इराणच्या बादशहांनीं अरमइक लिपि प्रथम हिंदुस्थानांत आणली.—वरील विवेचनावरून एवढें सिद्ध झालें होतें कीं, खरोष्ठीची उत्पत्ति अरमइक लिपीपासून अशोकाच्या म्हणजे ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकाच्या अगोदर केव्हां तरी झाली असली पाहिजे. आतां आपल्या पुढें दुसरा असा प्रश्न आहे कीं, खरोष्ठीची उत्पत्ति हिंदुस्थानांत झाली किंवा हिंदुस्थानाबाहेर झाली. तिचा जन्म हिंदुस्थानांत झाला असल्यास तिच्या जननीचा या देशांत प्रवेश कसा झाला व ती हिंदुस्थानाबाहेरच जन्मास आली असली तर तिला येथें कोणीं आणिलें इत्यादि प्रश्न उत्पन्न होतात. सेमेटिक लिपींसंबंधीं आतांपर्यंत जे शोध लागले आहेत त्यांवरून असें दिसून येतें कीं, असुरिया व बाबिलोन देशांत कीलाकृति लिपीचा प्रसार झाल्यावरहि व्यापाराच्या कामांत अरमइक लिपीचाच उपयोग करण्यांत येत असे [ज. रॉ. ए. सो; इ. स. १९१५, पा. ३४६–४७]. इराणच्या हखामनी उर्फ अकॅमीनियन बादशहांच्या कारकीर्दींत इराणच्या राज्याचा विस्तार बराच वाढून दूरदूरच्या देशांवर त्या बादशहांचा अंमल बसला. ख्रिस्तपूर्व आठव्या शतकांत होऊन गेलेल्या हखामन नांवाच्या मूळ पुरुषावरून हे बादशहा आपणांस हखामनी उर्फ अकॅमीनियन म्हणत असत. हखामनचा वंशज कुरुष (साइरस) हा आरंभीं इराणांतील अनशान प्रांताचा अधिपति होता. त्या वेळीं सर्व इराण देशावर मीडियाचें स्वामित्व होतें. परंतु कुरुष यानें मीडियाचा राजा अस्त्यगिस (इष्टविगू) याचा पराभव करून इराण व मीडिया हे दोन्हीहि देश ख्रिस्तपूर्व ५५८ च्या सुमारास पादाक्रांत केले. याशिवाय त्यानें लिडिया, मीडियाच्या पश्चिमेकडचा आशियामायनरचा समुद्रकिनाऱ्यावरील प्रदेश, खिवा, समरकंद, बुखारा, अफगाणिस्थान व गांधार हे देशहि काबीज करून घेतले. त्याचा मुलगा कंबुजीय (कॅबॅसिस) यानें मिसर देश हस्तगत केला. कंबुजीयनंतर त्याचा पुत्र दारा हा सिंहासनारूढ झाल्यावर, त्यानें ग्रीसचे थ्रेस, मॅसिडोन आदिकरून भाग आपल्या अमलाखालीं आणले व ख्रि. पू. ५१६ नंतर लवकरच पुढें आपल्या राज्याची सीमा हिंदुस्थानांत सिंधु नदास नेऊन भिडविली. ख्रि. पू. ३३१ सालीं शिकंदराकडून गॉगमेलाच्या लढाईंत इराणच्या तिसऱ्या दारा बादशहाचा पराभव होईपर्यंत सिंधूच्या पश्चिमेकडील हिंदुस्थानचा भाग इराणच्याच ताब्यांत होता. या बादशहांच्या कारकीर्दींतील अमरइक लिपीचे शिलालेख मिसर [यांपैकीं सक्कारा येथें सांपडलेला शिलालेख ख्रि. पू. ४८२ सालचा आहे (पॅलिऑग्राफिक सोसायटीज ओरिएंटल सीरीज प्लेट ६३)], अरबस्थान [अरबस्थानांत टीमा येथें जे लेख मिळाले आहेत त्यांतील एक ख्रि. पू. ५०० सालचा आहे असें समजलें जातें (ए. ब्रि. आवृत्ति ९ पु. २१, पा. ६४७)], आशिया मायनर, इराण [इं. अँ; पु. २४, पा. २८७] व हिंदुस्थानांत तक्षशिला [ज. रॉ. ए. सो; इ. स. १९१५, पान ३४० च्या समोरची प्लेट] येथें सांपडले असून मिसर देशांत त्या लिपींत लिहिलेले अनेक पापायरसहि मिळाले आहेत. आशिया मायनर येथें सांपडलेल्या इराणी क्षत्रपांच्या नाण्यांवरहि [इं. अँ: पु. २४ , पान २८७] हीच लिपि दृष्टीस पडते. या सर्व पुराव्यांवरून असें निष्पन्न होतें कीं, हखामनी वंशाच्या इराणच्या बादशहांची राजदरबारची लिपि व भाषा या दोन्हीहि अरमइकच होत्या व त्यांचा हिंदुस्थानाशीं फार काळपर्यंत संबंध राहिल्यामुळें अरमइकचा राजकीय लिपि म्हणून त्यांच्याच कारकीर्दींत या देशांत प्रवेश झाला असला पाहिजे. व्यापाराच्या निमित्तानें या लिपीचा प्रसार दूरदूरच्या देशांतहि झाला असल्यामुळें [ज. रॉ. ए. सो; इ. स. १९१५; पा. ३४६–४७] हिंदुस्थानच्या वायव्य भागांत ती रूढ होणें पुष्कळच संभवनीय आहे.

अरमइकपासून खरोष्ठीची उत्पत्तिः— इराणी बादशहांनीं अरमइक लिपि हिंदुस्थानांत आणिल्यानंतर पुढें त्यांच्याच कारकीर्दींत त्या लिपीपासून खरोष्ठीची उत्पत्ति झाली असावी असें मानण्यास पुष्कळ जागा आहे. कारण इराणच्या बादशहांचीं जीं नाणीं उपलब्ध झाल्याविषयीं मागें एका ठिकाणीं उल्लेख आला आहे त्यांवर ब्राह्मी व खरोष्ठी ह्या दोन्हीहि लिपींतील अक्षरांचे ठसे सांपडत असल्यामुळें, इराणी लोकांचा हिंदुस्थानाशीं संबंध आला असतांनाच खरोष्ठीचा जन्म झाला असला पाहिजे असें अनुमान काढणें प्राप्त होतें. अरमइकमध्यें फक्त २२ स्वर व वर्ण असून त्यांपासूनहि ब्राह्मींतील केवळ १८ व निरनिराळ्या वर्णांच्या उच्चारांचें कार्य होत असल्यामुळें, भरत-

खंडांतील भाषांकरितां ती लिपि होती तशीच उपयोगी पडणें शक्यच नव्हतें. परंतु राजकीय पत्रव्यवहारांत व व्यापाराच्या कामीं त्याच लिपीचा उपयोग होत असल्या कारणानें तींतच थोडीफार सुधारणा करून आपल्या भाषेंतील पत्रव्यवहाराच्या कामीं तिचा उपयोग करण्याची अवश्यकता इराणी बादशहाच्या अमलाखालीं असलेल्या त्या काळच्या भरतखंडांतील लोकांस वाटणें अगदीं साहजिक होतें. हें कार्य चिनी ज्ञानकोशांत म्हटल्याप्रमाणें खरोष्ठ नामक एखाद्या भारतीय पंडितानें हातीं घेऊन पार पाडलें असल्यास व त्याच्या नांवावरूनच पुढें ह्या लिपीस खरोष्ठी हें नांव मिळालें असल्यास ती कांहीं अशक्य कोटींतील गोष्ट नाहीं. इराणी लोकांचा हिंदुस्थानाशीं जो संबंध आला तो ख्रि. पू. सहाव्या शतकाच्या उत्तरार्धांतच आला असल्यामुळें ख्रि. पू. पांचव्या शतकाच्या सुमारास अरमइकपासून खरोष्ठीची उत्पत्ति झाली असावी असें अनुमान काढण्यास कोणताहि प्रत्यवाय दिसून येत नाहीं.

खरोष्ठी लिपीचें सामान्य निरीक्षणः— आतांपर्यंत खरोष्ठी लिपींतील जे लेख उपलब्ध झाले आहेत त्यांवरून असें दिसून येतें कीं, त्या लिपींत स्वरांमध्यें ऱ्हस्व व दीर्घ असा भेद बिलकुल नव्हता. ती ज्या लिपीपासून निघाली तिच्यांतील स्वरांचें दारिद्र्य पाहिलें असतां खरोष्ठींत ह्या भेद नसल्याबद्दल कोणताहि आश्चर्य वाटणार नाहीं. खरोष्ठी लिपींतील सर्व स्वर ब्राह्मींतील किंवा प्रस्तुतच्या नागरींतील स्वरयुक्त व्यंजनाप्रमाणें अ ह्या स्वरासच निरनिराळीं चिन्हें जोडून तयार केले होते. ऱ्हस्वदीर्घांचा भेद नसल्यामुळें अ, इ, उ, ए व ओ एवढेच फक्त स्वर त्या लिपींत आढळून येतात. तींत अनुस्वाराचें चिन्ह आहे, पण विसर्गाकरितां मात्र कोणत्याहि चिन्हाची योजना केलेली दिसून येत नाहीं. न आणि ण या व्यंजनांच्या रूपांत विशेष भेद आढळून येत नाहीं. व त, न आणि र या अक्षरांचें एकमेकांशीं बरेंच सादृश्य असल्या कारणानें साधारण माणसास तीं अक्षरें सहसा ओळखतां येत नाहींत. ह्या लिपींत जोडाक्षरें फारशीं आढळून येत नाहींत; व जीं आहेत त्यांतहि अशीं कित्येक आहेत कीं, तीं अवयवभूत व्यंजनें एकमेकांस जोडून सिद्ध न करतां त्यांच्याकरितां कांहीं तरी मनःपूत रूपें योजिल्यामुळें त्यांनां ओळखणें फारच कठिण जातें (उदाहरणार्थ, या लिपींतील म्र, त्व, स्व, त्व इत्यादि जोडाक्षरें पहा). या लिपींत आणखी एक दोष दिसून येतो. आजपर्यंत सांपडलेल्या कोणत्याहि खरोष्ठी लेखावरून तींत हलन्त व्यंजन लिहिण्याची कांहीं सोय असल्याचें दिसून येत नसल्यानें, त्या लिपींत व्यंजनान्त शब्द शुद्ध रीतीनें लिहितां येत नव्हते असें दिसून येतें.

खरोष्ठीचा हिंदुस्थानांत प्रसार.— खरोष्ठी लिपीचें वर जें सामान्य वर्णन दिलें आहे त्यावरून या लिपीचा संस्कृत ग्रंथ लिहिण्याच्या कामीं उपयोग होणें अगदीं अशक्य असलें पाहिजे हें कोणासहि सहज कळून येईल. प्राकृत भाषांमध्यें ऱ्हस्वदीर्घांचा फारसा भेद नसल्यामुळें व त्यांत जोडाक्षरांचा उपयोगहि क्वचितच करण्यांत येत असल्यामुळें त्या भाषांकरितां ही लिपि सोईची होती, व त्याप्रमाणें हिंदुस्थानाच्या वायव्य भागांत तिचा उपयोग होतहि असला पाहिजे. इराणच्या बादशहाची हिंदुस्थानांतील सत्ता नष्ट झाल्यावर शकादि ज्या परद्वीपस्थ राजांनीं हिंदुस्थानावर कांहीं काळ अंमल गाजविला, त्यांनींहि खरोष्ठीसच आश्रय दिला असल्याविषयीं आपण वर पाहिलेंच आहे. परंतु हिंदुस्थानांत ती अधिक दिवस टिकणें, किंवा उपरिनिर्दिष्ट संकुचित मर्यादेच्या बाहेर तिचा प्रसार होणें शक्यच नव्हतें. कारण त्या काळीं खरोष्ठीहून सर्वप्रकारें श्रेष्ठ अशी ब्राह्मी लिपि या देशांत प्रचलित असल्यामुळें तिच्याशीं चढाओढ करणें या लिपीच्या शक्तीबाहेरचें काम होतें. वास्तविक पाहतां तिच्या जननीस जर राजाश्रय नसता तर ती आर्धी जन्मासच आली नसती; व यदाकदाचित् व्यापाऱ्यांच्या सोईकरितां तिचा जन्म झाला असता तरी ती या देशांत फार दिवसपर्यंत जगली नसती. कलकत्ता हायकोर्टचे माजी न्यायाधीश एफ. पार्गिटर यांनीं "दि पुराण टेक्स्ट ऑफ डिन्यास्टीज ऑफ दि कलि एज" नांवाच्या आपल्या पुस्तकांत पुराणें अगोदर खरोष्ठी लिपींत लिहिलेलीं असून नंतर तीं ब्राह्मीमध्यें लिहिण्यांत आलीं असें सिद्ध करण्याचा प्रयत्न केला आहे. या सिद्धांतास त्यांनीं असा पुरावा दिला आहे कीं, विष्णुपुराणांत बहुधा सर्व ठिकाणीं अशोकवर्धन हें नांव सांपडतें. परंतु त्याच्या एका हस्तलिखित प्रतींत अयोशोकवर्धन असा पाठ दृष्टीस पडतो. हिंदुस्थानांतील फक्त खरोष्ठी लिपींतच श आणि य यांमध्यें घोटाळा होण्याचा संभव असल्यानें हें पुराण अगोदर खरोष्ठींत लिहिलेलें असावें व त्याची नक्कल करीत असतांना लिहिणारानें अशोकवर्धनाच्या ठिकाणीं अयोकवर्धन लिहिलें असावें. पुढें ती चूक ध्यानांत आल्यावर त्यानें किंवा दुसऱ्या कोणीं तेथें 'शो' हें अक्षर घातलें; परंतु पूर्वीचा 'यो' खोडण्याचें राहिल्यामुळें या दुय्यम प्रतीची जेव्हां पुन्हां नक्कल केली गेली तेव्हां तींत अयोशोकवर्धन हा शब्द आला, व तो पुढील नकलांत तसाच कायम राहिला (पान ८४ पहा). याचप्रमाणें विष्णुपुराणाच्या दुसऱ्या एका प्रतींत कोशलच्या ऐवजीं कोयल, व वायुपुराणाच्या एका प्रतींत शालिशूकच्या ठिकाणीं शालियूक असा पाठ आहे. 'श'च्या ठिकाणीं 'य' लिहिला गेल्याचीं हीं तीन उदाहरणें झालीं. यांशिवाय मत्स्य पुराणांत एके ठिकाणीं 'काशेयाः'च्या ऐवजीं 'कालेयाः' व वायुपुराणांत कोठें कोठें 'शुंगभृत्य' च्या ऐवजीं 'शुंगकृत्य' असा पाठ सांपडतो (पान ८५). या थोड्याशा उदाहरणांवरून साहेब मजकुरांनीं उपरिनिर्दिष्ट आपला सिद्धांत काढला. पण वास्तविक पाहिलें असतां "वर्डक" खेरीज करून आजपर्यंत खरोष्ठी लिपींतील जेवढे म्हणून

लेख सांपडले आहेत त्या सर्वांमधील श, व आणि य ह्या अक्षरांत स्पष्ट भेद दिसून येतो. 'श'च्या ठिकाणीं 'ल'चा व 'भ'च्या ठिकाणीं 'क'चा भ्रम होण्याचा संभव तर त्याहूनहि फार कमी आहे. नकला करणारे लोक सुशिक्षित नसतात व त्यामुळें त्यांच्या हातून अशा चुका होण्याचा संभव आहे असें जर आपण धरून चाललों, तर पुराणांत हल्लीं दिसून येतात त्यापेक्षां किती तरी अधिक चुका सांपडावयास पाहिजेत. अशोकाच्या शहाबाजगढी व मान्सेरा येथील लेखांवरून तयार केलेला चित्रांक पाहिला असतां, कोणासहि असें दिसून येईल कीं, ज्या लेखकास श आणि य, श आणि ल व भ आणि क यांतील भेद ओळखतां आला नाहीं, त्याला र आणि व, र आणि ह, र आणि त, ख आणि त, च आणि झ व छ आणि ज यांच्या मधीलहि फरक नीट न समजून त्या अक्षरांसंबंधांत त्याच्या हातून अनेक वेळां चुका होण्याचा संभव आहे. ण आणि न या अक्षरांत तर इतकें साम्य आहे कीं, तीं अक्षरें वाचण्यांत अशा माणसाच्या हातून पदोपदीं चूक झाली पाहिजे. ऱ्हस्व, दीर्घ, जोडाक्षरें, विसर्ग व हलन्त व्यंजन हीं लिहिण्याची खरोष्ठींत चांगलीशी सोय नसल्यामुळें सदोष लिपींत लिहिलेल्या संस्कृत भाषेंतील पुराणांची नक्कल करीत असतांना अशा अडाणी नक्कल करणारांकडून अक्षरागणिक चुका व्हावयास पाहिजे होत्या. परंतु त्या तशा झालेल्या दिसून येत नाहींत हाच पार्गिटेर साहेबांच्या सिद्धांताविरुद्ध सबळ पुरावा आहे. सदोष लिपि व असंस्कृत लोक यांच्या कैचींत संस्कृत भाषा सांपडली म्हणजे तिची कशी काय दुर्दशा होते याचें प्रत्यक्ष उदाहरण म्हटलें म्हणजे राजपुतान्यांतील जुन्या पद्धतीच्या पाठशाळांत अजूनपर्यंत पढविण्यांत येत असलेले कातंत्र व्याकरणांतील संधिविषयक पांच पाद होत. त्या शाळांत हल्लीं गुरुजी विद्यार्थ्यांस जें कांहीं पढवितात त्याची कातंत्र व्याकरणांतील मूळ पाठाशीं तुलना केली असतां, पार्गिटेर साहेबांच्या अनुमानांतील एकांगीपणा सहज ध्यानांत येईल. ह्या संधिविषयक पांच पादांचा भ्रष्टपाठ व मूळपाठ पुढें दिल्याप्रमाणें आहे.

भ्र ष्ट पा ठः—सीधो वरना समामुनाया। चत्रु चत्रुं दासा दडसैवारा। दसे समाना। तेसुदुध्यावरणो नसीसवरणो। पुरवो हंसवा। पारो दीरघा। सारो वरणा विणज्यो नामी। ईकरादेणी संधकराणी। कादीनावू विणज्यो नामी। ते विरघा पंचा पंचा।

मू ळ पा ठः—सिद्धो वर्णसमाम्नायः। तत्र चतुर्दशादौ स्वराः। दश समानाः। तेषां द्वौ द्वावन्योन्यस्य सवर्णौ। पूर्वो ह्रस्वः। परो दीर्घः। स्वरोऽवर्णवर्जो नामी। एकरादीनि सन्ध्यक्षराणि। कादीनि व्यंजनानि। ते वर्गाः पञ्च पञ्च।

बौद्ध लोकांचे प्राकृत भाषेंतील धर्मग्रंथ मात्र खरोष्ठी लिपींत लिहिले गेले असल्याचा पुरावा मिळतो. हिड्डा येथील स्तूपांत सांपडलेल्या मातीच्या भांड्यामध्यें खरोष्ठींत लिहिलेलीं कांहीं भूर्जपत्रें होतीं. तीं फारच पुरातन असल्यामुळें अगदीं जीर्ण झालेलीं होतीं [ॲरिआना ॲंटिका, पा. ५९-६०, ८४, ९४, १११, ११६. मातीच्या भांड्यावरील लेखांत् सं. २८ दिला आहे (ज. रॉ. ए. सो; इ. स. १९१५, पा. ९२ व त्याच्या समोरची प्लेट). पं. ओझा यांचें अनुमान बरोबर असल्यास मृत्तिकापात्रावरील लेखाचा काल (२८+७८= इ. स. १०६) निघतो]. शिवाय इसवी सनाच्या तिसऱ्या शतकाच्या सुमाराची 'धम्मपदा'ची एक प्रत खोतान येथें मिळाली आहे. पण ती बरीच अलीकडची असल्या कारणानें तिच्या मधील खरोष्ठी लिपींत स्वराच्या बाबतींत कांहीं सुधारणा झालेली दृष्टीस पडते [बु; ई. पॅं; पा. १८-१९].

खरोष्ठीची आयुर्मर्यादाः—ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकाच्या सुमारास खरोष्ठीची उत्पत्ति झाली असावी असें वर दाखविण्यांत आलेंच आहे. ज्यांच्यावर कालनिर्देश केलेला आहे अशा हिंदुस्थानांत सांपडलेल्या खरोष्ठी लेखांपैकीं सर्वांत अलीकडचा लेख म्हटला म्हणजे पेशावर जिल्ह्याच्या चारसड्डा तहसीलींतील हरतनगर येथें मिळालेल्या बुद्धाच्या मूर्तीच्या बैठकीवरील लेख होय [ए. इ. पु. १२, पा. २०२]. त्यावर सं. ३८४ असें लिहिलेलें आहे. हा सन शालिवाहन शकाचा आहे, किंवा विक्रमसंवताचा आहे, किंवा दुसरा एखादा आहे याचा अद्याप निर्णय झाला नाहीं. पं. ओझा यांचें असें अनुमान आहे कीं, साधारणतः इसवी सनाच्या तिसऱ्या शतकापर्यंत ह्या लिपीचा पंजावांत प्रचार राहून नंतर ब्राह्मी लिपीनें तिचें स्थान घेतलें असावें. हिंदुस्थानांत जरी ही लिपि फार दिवस टिकून राहिली नाहीं तरी हिंदुकुश पर्वताच्या उत्तरेकडील मुलुखांत व चिनी तुर्कस्थानांत बौद्ध धर्माचा व भारतीय संस्कृतीचा प्रवेश झाला असल्यामुळें तेथें मात्र ती नंतर कित्येक शतकेंपर्यंत प्रचलित असावी असें त्यांनां वाटतें. कारण, सुप्रसिद्ध प्राचीनवस्तुसंशोधक डॉ. सर ऑरल स्टाइन यानें चिनी तुर्कस्थानादि देशांतून महत् प्रयासानें ज्या कित्येक पुरातन वस्तू गोळा केल्या आहेत त्यांत खरोष्ठींत लिहिलेलीं पुस्तकें व लांकडाच्या फळ्याहि आहेत.

जगांतील लिपी.—जगांतील लिपींचा हिशेब घेऊन, त्यांचा परपस्परांशीं संबंध शोधून, त्यांपैकीं एकमूल किती आहेत हें पाहिल्यावर पुढची क्रिया म्हटली म्हणजे सर्वांत जुन्या आणि एकमेकींशीं विसंवादी अशा ज्या लिपी आढळतात त्यांच्या उत्पत्तीकडे जाणें. जगांतील सर्व प्राचीन आणि अर्वाचीन लिपींची स्थूल यादी आणि त्यांचा विकास दाखविणारें कोष्टक पुढें दिलें आहे. त्या कोष्टकावरून असें दिसून येईल कीं युरोपांत आढळणाऱ्या सर्व लिपींचें उगमस्थान पश्चिम आशिया आहे; हिंदुस्थानांतील, ब्राह्मी व तद्भव लिपींचें उगम

स्थान संशयित आहे; खरोष्ठीचें उगमस्थान पश्चिम आशिया असावें; व अनेक लिपी चिनी लिपीच्या उद्गमाशीं आणि इतिहासाशीं संबद्ध आहेत. अमेरिकेंतील चित्रलिपि, आणि चित्रलिपींतून मातृकालिपीच्या अवस्थेंत जाऊं पहाणाऱ्या लिपी या सर्व आज मृतावस्थेंत आहेत असें ह्मणण्यास हरकत नाहीं.

प्रथम प्राचीन लिपींसंबंधीं थोडक्यांत माहिती देऊन मग आजच्या प्रचलित लिपींकडे वळूं. ही लिपिविषयक माहिती देतांना प्रथम हिंदुस्थानांतील लिपी, नंतर आशियांतील इतर लिपी त्यांच्या मागून यूरोपमधील लिपी व सर्वांच्या मागून आफ्रिका व अमेरिका खंडांतील लिपी असा अनुक्रम स्विकारण्यांत येईल. आजच्या लिपींची उत्पत्ति, स्थल आणि त्यांचा आश्रय करणारे मनुष्यसमूह यांच्याकडे लक्ष दिल्यानंतर लिपिविकासवृक्ष आपणांस कसा रचतां येतो तें पाहूं.

प्राचीन लिपी.

ब्रा ह्मी.—हिंदुस्थानांत ज्या अनेक लिपी आहेत त्यांपैकीं बहुतेक लिपींचा उगम या लिपींतच असल्यामुळें तिच्यासंबंधीं अवश्यक तेवढी सर्व माहिती अगोदरच सविस्तर दिली गेली आहे.

चि नीः— ख्रि. पू. तिसऱ्या सहस्रकांत आपली लिपि निघाली असें चिनी लोक म्हणतात. या लिपीचे उपलब्ध झालेले सर्वांत जुने अंकित लेख ख्रि. पू. १८व्या शतकांतील किंवा त्याहिपूर्वीचे आहेत. ह्या लिपींतील प्रत्येक अक्षर कल्पनावाचक शब्द असतो व तीं उभ्या ओळींत वरून खालीं उजवीकडून डावीकडे लिहीत जातात. तींत वस्तुदर्शक शब्द साधीं किंवा संयुक्त चित्रचिन्हें घालून; कल्पनादर्शक शब्द संयुक्त चित्रचिन्हें घालून, आणि सदृशध्वनि [चिनीभाषांत स्वतंत्र ध्वनी असलेले जास्तींत जास्त ८०० पासून ९००च शब्द आहेत. अत्यंत संस्कृत म्हणविल्या जाणाऱ्या पेकिंगी भाषेंत तर त्यांची संख्या सारी ४२०च आहे.] असलेला शब्द त्या शब्दाचें ध्वनिचिन्ह व निश्चितार्थी दुसरें शब्दचिन्ह घालून लिहिला जातो. ध्वनिसूचक बहुतेक चिन्हें संयुक्त अक्षरचिन्हें आहेत. उच्चारांत फरक पडत गेल्यामुळें तीं आतां प्रचलित ध्वनींचीं वाचक राहिलीं नाहींत.

मि स र दे शी य चि त्र लि पिः—हिच्या संबंधीं सविस्तर माहिती अगोदर येऊन गेलीच आहे (ह्याच विभाग पृ. ३८पहा) ख्रि. पू. ३५ व्या शतकाच्या सुमारास हिच्यापासून २४ अक्षरें असलेली वर्णयुक्त लिपि बनली.

हि अ रे टि क उ र्फ पु रो हि तीः—धावत्या कलमेनें लिहिण्यांत चित्रलिपीस मिळालेलें स्वरूप. हिच्यापासून ख्रि. पू. २३–१७ शतकांत [अजमासें ख्रि. पू. १९ वें शतक डीरोंगच्या मतानुसार] सेमेटिकांनीं आपली लिपि बनविली.

फि नी शि य नः—ख्रि. पू. ९ व्या शतकांत ही फिनीशियांत पूर्णपणें प्रचारांत होती. हींत २२ वर्ण असून चित्रलिपीप्रमाणें हींतहि स्वर नव्हते. ब्रेस्टेडच्या मतें ही हिअरेटिकपासून निघाली. पण स्वायजेलवर्गला तसें वाटत नाहीं. डीके हा तुटपुंज्या पुराव्याच्या आधारावर हिची उत्पत्ति असुर देशांतील कीलाकृति लिपीपासून काढतो. ही सर्व यूरोपीय व सेमेटिक लिपींची आद्यजननी आहे.

अ र म इ कः—उत्तर सिरियाची लिपि. ही फिनीशियनोद्भव लिपि असून तिचा जुन्यांत जुना लेख ख्रि. पू. ८०० च्या सुमाराचा उत्तर सिरियांत सांपडला आहे. ही ख्रि. पू. ७ शतकाच्या सुमारास तयार होण्यास सुरुवात झाली. ख्रि. पू. ४थ्या शतकाच्या सुमारास हिचा फिनीशियनच्या ऐवजीं व्यापारविषयक पत्रव्यवहारांत सर्व पश्चिम आशियांत उपयोग होऊं लागला. फिनीशियन लिपींतील अक्षरांचे शिरोभाग उघडे होऊन, लहान होऊन व नंतर लुप्त होऊन ही लिपि बनली.

हि ब्रूः—प्राचीन हिब्रू लिपि लेनी मांट व साइस यांच्या मतें फिनीशियनजन्य असून टेलरच्या मतें फिनीशियन व हिब्रू लोकांना हिक्सास राजसत्ताकाळांतच (ख्रि. पू. २३-१७ शतकांतच) लिपिज्ञान झालें होतें, तिचा ख्रि. पू. ७०० च्या सुमाराचा एक लेख आज उपलब्ध आहे. सामारिटन लिपीचा उगम ह्या जुन्या हिब्रूंत असून तो इ. स. ४०० च्या पूर्वी झालेला आहे. नव्या हिब्रू लिपीचीं चौरसाकार अक्षरें अरमइकपासून बनलेलीं आहेत. अरबीप्रमाणें हींत स्वर नाहींत. हिच्या वर्णमालेंत एकंदर २२ अक्षरें आहेत तथापि त्यांनीं २९ व्यंजनोच्चार दर्शवितां येतात. ह्या लिपींत दोन भिन्न अक्षरांच्या आकृतींपेक्षां एकाच अक्षराच्या दोन रूपांत अधिक फरक दिसतो.

ए स्ट्रां घे लाः— ही लिपि नेस्टोरियन मिशनऱ्यांनीं उत्तर सिरियांतून मध्यआशियांत नेली व तेथून नंतर तत्संभव लिपींचा तुर्कांच्या द्वारें पूर्वेस मांचूरियापर्यंत प्रसार झाला.

प्रा ची न ग्री कः—फिनीशियनमधील नको असलेले महाप्राणोच्चार वर्ण, अर्धस्वर व उष्मवर्ण यांचे स्वर करून ही लिपि बनली. हिचे लेख सातव्या शतकाच्या अलीकडचे सांपडतात. या वेळीं ग्रीक लिपि फिनीशियन वर्चस्वांतून मुक्त झाल्या होत्या. आरंभीं ही फिनीशियनप्रमाणें उजवीकडून डावीकडे लिहिली जात असे.

प्रा ची न रो म नः—इटालींत कांहीं खाल्सिडियन(पश्चिम ग्रीक) लोक येऊन राहिले होते त्यांच्यामुळें लॅटिन लिपि जन्मास आली. थीटा व फाय यांसारखे अनवश्यक महाप्राणोच्चारवर्ण गाळून व इटालियन भाषेस अनुरूप असे दुसरे फेरबदल करून ही लिपि बनली. हिचा सर्वांत जुना लेख ख्रि. पू. ६ व्या शतकांतला दिसतो. त्यांतील अक्षरें उजवीकडून डावीकडे लिहिलेलीं आहेत. हल्लींची रोमन लिपि हिच्यापासूनच पुढें तयार झाली.

एट्रुस्कनः—हिचा उद्गवहि पश्चिम ग्रीक लिपींतूनच झाला. हिनें बहुतेक सर्व खाल्सिडियन वर्ण घेतले असावे. हिचे पुष्कळ लेख उजवीकडून डावीकडे लिहिलेले आढळतात. इटालींतील ऑस्कन, फालिस्कन व अंब्रिअन लिपी एट्रुस्कन पासूनच उद्भवल्या आहेत.

रुनिकः—ट्युटॉनिक लोकांचीं रुनिक अक्षरें कोणी एट्रुस्कन पासून, कोणी इसवी सनाच्या दुसऱ्या शतकाअखेरच्या लॅटिनपासून तर कोणी ख्रि. पू. सहाव्या शतकाच्या पूर्वीच्या पश्चिम ग्रीकपासून निघालीं असें म्हणतात. उजवीकडून डावीकडे लिहिलेले या लिपीचे लेख आढळले असल्यामुळें तिची उत्पत्ति अर्वाचीन नसावी. हिच्यापासून जी ओगॅम लिपि निघाली तिचे ब्रिटनमध्यें व आयर्लंडांत सहाव्या शतकांतील लेख सांपडतात. पेंब्रोकमध्यें ट्युटन लोकांची वसाहत होती तेथें हिचा उद्भव झाला असें टेलर म्हणतो.

अर्वाचीन लिपि.

सिरिलिकः—ही लिपि इसवी सनाच्या नवव्या शतकांत होऊन गेलेल्या सिरिल नामक कॉन्स्टंटाइन पंडितानें पश्चिम ग्रीकपासून तयार केली असें म्हणतात. तिच्यापासून निघालेल्या लिपी सर्व्हिया, रशिया वगैरे स्लाव्ह देशांच्या कांहीं भागांत प्रचलित आहेत.

मराठी व नागरीः—नागरीचा प्रचार उत्तर हिंदुस्थानांत ९ व्या शतकापासून असल्याचा पुरावा मिळतो; पण दक्षिण हिंदुस्थानांत राष्ट्रकूट (राठोड) वंशांतील दंतिदुर्ग राजानें दिलेल्या शके ६७५ तील एका दानपत्राची लिपि नागरी आहे. दक्षिणेंत हिला 'नंदिनागरी' म्हणतात. अ, छ, व, ण यांसारखीं कांहीं हाताच्या बोटांवर मोजण्याइतकीं अक्षरें खेरीज करून उत्तरेकडील नागरी व महाराष्ट्रांतील मराठी या लिपींत मुळींच फरक नाहीं. प्राचीन नागरीच्या पूर्व शाखेपासून बंगाली लिपि निघाली. शिवाय नागरीपासून कैथी, महाजनी, राजस्थानी व गुजराथी या लिपी निघाल्या.

मोडीः—तिलोंनमधून आणून हेमाडपंत उर्फ हेमाद्रि पंडित नामक कोणीं ब्राह्मणानें ही लिपि महाराष्ट्रांत सुरू केली असें कोणी म्हणतात. शिवाजी महाराजांचे चिटणीस बाळाजी आवजी यांनीं ही लिपि बनविली व पुढें पेशवाईमध्यें कोणीं विवलकर आडनांवाच्या गृहस्थानें तिच्यांत सुधारणा केली, असें पंडित ओझा म्हणतात. तिसरें मत असें आहे कीं, ही लिपि फार जुनी असून मौर्य म्हणजे अशोककालीन ब्राह्मी लिपीपासून हिची उत्पत्ति झालेली आहे.

गुजराथीः—नागरी लिपीचें किंचित् विकृत स्वरूप होऊन ही लिपि बनली आहे. जलद लिहितां लिहितां मूळ नागरी अ, इ, ख, च, ज, झ, फ आणि ब आठ वर्णांत बदल होऊन हल्लींचे गुजराथी वर्ण बनले आहेत. इतर वर्ण सारखेच आहेत.

बंगालीः—ही लिपि नागरीपासून १० व्या शतकाच्या सुमारास निघाली. बदाल येथील एका स्तंभावर खोदलेल्या नारायणपालच्या कारकीर्दींतील १० व्या शतकांतल्या लेखांत हिचें मूळ स्वरूप पहावयास मिळतें. हिच्यापासून चालू बंगाली, मैथिल व उडिया या लिपी निघाल्या.

कैथीः—ही लिपि म्हणजे नागरीचेंच किंचित् विकृत रूप आहे. ही कायस्थ (कायथ) म्हणजे कारकून लोकांची त्वरेनें लिहिण्याची लिपि असल्यामुळें तिला कैथी (कायथी) असें नांव पडलें. बहार प्रांतांतील प्राथमिक शाळांत ह्या लिपींत छापलेलीं क्रमिक पुस्तकें असतात. मिथिल, मगध व भोजपुरी असे हिचे तीन प्रकार आहेत.

मैथिलः—मिथिला म्हणजे तिरहूत देशांतील ब्राह्मण लोक या लिपीचा संस्कृत ग्रंथ लिहिण्याच्या कामीं उपयोग करतात. ही लिपि बंगालीचें परिवर्तन पावलेलें स्वरूप आहे. या प्रांतांतील इतर लोक नागरी किंवा कैथी लिपि वापरतात.

उडियाः—ही लिपि ओरिसा प्रांतात प्रचलित आहे. ही पुरातन बंगाली लिपींतून निघाली असें दिसतें. हिचीं बहुतेक अक्षरें इ. स. च्या १२ व्या शतकांतील सहस्राकोलच्या बंगाली लेखातील अक्षरांशीं जुळतात.

अहोमीः—ही लिपि आसाममध्यें प्रचलित आहे. हिचे पेगू उर्फ मोन लिपीशीं बरेंच साम्य आहे.

ब्रह्मीः—ही लिपि पालीपासून तयार झाली. इ. स. च्या ४थ्या शतकाच्या अखेरीस बौद्ध लोक सिलोनमधून आराकानमध्यें आले तेव्हां त्यांनीं पाली लिपि ब्रह्मदेशांत आणली. ब्रह्मी लिपीचे तीन भेद आहेत. एक किऑक्त्स् (शिलालिपि), दुसरी चौकोनी पाली (बौद्धधर्मग्रंथलिपि) व तिसरी त्सलोंह (वाटोळी लिपि). या पोटलिपी तयार होण्याचें कारण वापरण्यांत येणारें निरनिराळें लेखनसाहित्य होय.

काश्मिरी (शारदा):—या लिपीचा प्रचार हिंदुस्थानच्या वायव्येकडील म्हणजे पंजाब व काश्मीर या प्रांतांत आहे. ८ व्या शतकांतील मेरुवर्मा राजाच्या लेखावरून पाहतां त्या वेळीं पंजाबांत कुटिल लिपि प्रचारांत होती. नंतर तिच्यापासून शारदा लिपि तयार झाली. या लिपीपासून हल्लींची काश्मिरी व टाकरी लिपि निघाली असून गुरुमुखी लिपींतलीं बरींचशीं अक्षरें या लिपींतून घेतलेलीं आहेत.

गुरुमुखीः—पंजाबच्या सामान्य व सुशिक्षित लोकांमध्यें पूर्वीं 'लंडा' नांवाची एक माहाजनी लिपि प्रचलित होती. या लिपींत स्वरचिन्हें नव्हतीं. अद्यापहि कोठें कोठें तीं वापरींत नाहींत. असें म्हणतात कीं, शीख लोकांचे धर्मग्रंथ प्रथम याच लिपींत लिहिले जात असत व म्हणून ते शुद्ध रीतीनें वाचतां येत नसत. ही अडचण दूर करण्याकरतां गुरु अंगद (१५३८-५२) यानें आपले धर्मग्रंथ शुद्ध लिहिले जावे म्हणून नागरीप्रमाणें एक स्वरचिन्हयुक्त लिपि तयार केली ही लिपी गुरूच्या मुखांतून निघाली म्हणून हिला गुरुमुखी

असें नांव पडलें. हिची बहुतेक अक्षरें तत्कालीन शारदा लिपींतून घेतलीं होतीं.

टाकरीः— ही लिपि म्हणजे शारदा लिपीचें मोडी स्वरूप होय. जम्मूमध्यें व पंजाबच्या उत्तरेकडील सर्व डोंगरी मुलखांत (बहुधा सिमला जिल्हा सोडून) हिचा प्रचार असून ती निरनिराळ्या ठिकाणीं निरनिराळ्या स्वरूपांत प्रचलित आहे. रजपूतांपैकीं ठाकुर लोकांची ही लिपि असल्यामुळें तिला ठाकरी, टाकरी असें नांव पडलें असावें. हिच्यांत स्वरचिन्हें मुळींच लिहीत नाहींत, किंवा व्यंजनांच्या पुढें स्वर स्वतंत्रपणेंच लिहितात.

ग्रंथः— ही लिपि मद्रासच्या उत्तरेस, व दक्षिणेस अर्काट, सालेम, त्रिचनापल्ली, मदुरा, तिनवेल्ली या जिल्ह्यांत चालू आहे. ७ व्या शतकापासून १२ व्या शतकापर्यंत फेरफार होत होत ही लिपि बनली असून तिच्यापासून पुढें मलयाळं आणि तुळु या लिपी बनल्या. मद्रासेकडील तामिळ लिपींत वर्णसंख्या अपुरी असल्यामुळें संस्कृत ग्रंथ लिहिण्याकरितां ही लिपि योजितात, व ह्मणून हिला ग्रंथलिपि हें नांव पडलें असावें असें अनुमान आहे.

तेलगू-कानडीः— ही लिपि मुंबई इलाख्यांतील सोलापूर विजापूर, बेळगांव, धारवाड व कारवार या जिल्ह्यांत, हैद्राबाद संस्थानच्या दक्षिण भागांत, व मद्रासइलाख्यांतील विजगापट्टण, गोदावरी, कृष्णा, कर्नूल, बल्लारी, अनंतपूर, कुड्डप्पा, व नेलोर या जिल्ह्यांत प्रचलित आहे. ५ व्या शतकापासून १३ व्या शतकापर्यंत फरक होतां होतां हिच्यापासून हल्लींच्या तेलगू व कानडी या लिपी झाल्या आहेत.

कानडीः— 'तेलगू-कानडी' पहा.

तामिळः— मद्रास इलाख्यांतील ज्या भागांत ग्रंथलिपि आहे त्याच भागांत तामिळ लिपि प्रचलित आहे. या लिपींतील बरींच अक्षरें ग्रंथलिपींतील असून 'क' 'र' वगैरे कांहीं अक्षरें ब्राह्मी लिपींतून घेतलेलीं आहेत.

मलयाळम्ः— मलयाळं किंवा केरळ देशाची ही लिपि असल्यामुळें तिला सदरहू नांव आहे. हिची अक्षरें ग्रंथ लिपीशीं सदृश असून ती त्या लिपीचेंच मोडी स्वरूप आहे. ही, दक्षिण कानडा प्रदेशाचा दक्षिण भाग, सर्व मलबार, कोचीन व त्रावणकोरचा बराचसा (त्रिवेंद्रमच्या उत्तरेकडील) भाग एवढ्या ठिकाणीं प्रचलित आहे. तामिळ भाषा बोलणारे लोक संस्कृत पुस्तकें लिहिण्याकरितां हिचा उपयोग करतात.

तुळुः— ग्रंथलिपीपासून निघालेल्या मलयाळं लिपीचेंच एक परिवर्तन पावलेलें स्वरूप. दक्षिण कानड्यांतील तुळु भाषा बोलणारे लोक संस्कृत ग्रंथ लिहिण्याकरितां हिचा उपयोग करतात.

करश्नीः— इ. स. ९ व्या शतकाच्या सुमारास नेस्टोरियन मिशनरी हिंदुस्थानांत आले त्या वेळीं त्यांच्या नेस्टोरियन लिपीपासून हिचा उद्भव झाला. नेस्टोरियन लिपींतील मूळ बावीस वर्णांत मलयाळं लिपींतील नऊ वर्णांची आणखी भर घालून ही लिपि तयार केलेली आहे. ही लिपि मलबारांतील नेस्टोरियन ख्रिस्ती लोक अद्याप वापरतात.

सिंहलीः— दक्षिण सिंहलद्वीपांतील लिपि. ही दूरच्या प्रदेशांत गेलेली एक पाली वर्गांतील लिपि असून तिजवर प्राचीन ग्रंथ लिपीचा संस्कार झाला आहे.

यवद्वीपीः— ही लिपि जावांत प्राचीन काळीं प्रचलित असलेल्या कवि लिपींत आसामांतील शिलालेखांतल्या लिपीशीं सदृश असणाऱ्या देश्य लिपींतील कांहीं अक्षरांची भर पडून बनली आहे. इ. स. च्या ९ व्या, १० व्या शतकांतील जे कवि लिपीचे ताम्रलेख उपलब्ध आहेत, त्यांची लिपि ब्रह्मदेशांतील किथौक्तस् लिपीशीं सदृश आहे. कवि लिपि जावा बेटांत बौद्ध धर्मप्रसारकांनीं नेली.

सयामीः— सयामी लोक धर्मग्रंथ लिहिण्याच्या कामीं चौकोनी पालीचा उपयोग करतात. परंतु ते लिहिण्याकरितां जी मोडी लिपि वापरतात ती आसामांतील शिलालेखांत पूर्वहिंदुस्थानांतील लिपीचें जें स्वरूप दृष्टीस पडतें त्यापासून निघालेली आहे.

कोरियन.— ही लिपि कोणी जपानी काताकाना लिपीपासून निघाली असें म्हणतात. ही वर्णमालायुक्त आहे. टेलर हा तिच्या अक्षरांच्या रूपावरून व वर्णांच्या अनुक्रमावरून तिची उत्पत्ति पालीपासून ठरवितो.

चिनी.— या लिपीसंबंधीं माहिती प्राचीन लिपींखालीं आलीच आहे.

काताकानाः— इ. स. च्या तिसऱ्या शतकांत जपानी लोकांस चीनपासून लिपिज्ञान झालें. त्यांनीं चिनी लोकांच्या असंख्य अक्षरांतून आपल्या भाषेंतील प्रत्येक स्वतंत्र ध्वनीसाठीं एक एक चिन्ह घेऊन आपली लिपि बनविली. जपानी भाषेंत र, फ, व, प, न, त, द, त्स, ब, क, ग, य, स, झ आणि म असे पंधरा व्यंजनोच्चार व पांचच स्वरोच्चार असल्यामुळें व त्यांच्या ७५ संयोगांपैकीं कांहीं त्या भाषेंत होतच नसल्यामुळें, ५० हूनहि कांहीं कमीच ध्वनिचिन्हांत त्यांचें सर्व काम होतें. या लिपीस काताकाना लिपि असें नांव असून तिच्या अक्षरांत चिनी अक्षराची एकच बाजू (काट) घेतली असल्यामुळें ती फार सोपी झाली आहे. ही इसवी सनाच्या नवव्या शतकापूर्वीं केव्हां तरी निघाली.

हिरागानाः— हिची उत्पत्ति चिनी लिपीच्या (गवती अक्षरें) त्सौनामक मोडी स्वरूपापासून झाली. या ध्वन्यक्षर लिपींत ३०० चिन्हें आहेत.

अनामी.— ध्वन्यक्षरलिपि. ही चिनीपासून निघाली.

मांगोलियन.— ही लिपि नेस्टोरियन मिशनऱ्यांच्या एस्ट्रांघेलो लिपीपासून निघालेल्या उइगर लोकांच्या वर्णमालेंत तिबेटी वर्णमालेंतील पांच वर्णांची भर घालून तयार केलेली आहे. काश्गर हें या मिशनऱ्यांचें धर्मप्रसाराच्या कामाचें केंद्रस्थान असून तेथें ते ७व्या शतकांतच गेलेले होते. १२व्या व

१३व्या शतकांत उइगर लिपीचा सर्व मांगोलियन साम्राज्यांत प्रसार झाला. १३व्या शतकाच्या पूर्वार्धानंतर उइगरपासून मांगोलियन लिपि बनली तिच्यापासून पुढें कालमुक व मांचू या असंस्कृत लोकजातींच्या लिपींचा उद्भव झाला. मांगोलियन व तत्संभव सर्व लिपी वरून खालीं डावीकडून उजवीकडे लिहितात. हल्लीं ही लिपि गोबीमैदानाच्या उत्तरेकडील मांगोलियन बौद्ध व खाल्का लोक वापरतात.

का ल मु क.—मांगोलियन लिपि पहा. १७व्या शतकाच्या आरंभास मांगोलियन लोकांची कालमुक नांवाची शाखा मांगोल–गालिक वर्णमाला घेऊन व्होल्गा नदीच्या मुखाजवळ रहावयास गेली, तेथें ही लिपि तयार झाली. तेथील बौद्ध वाङ्मय या लिपींत लिहून ठेवलेलें आहे.

मां चू.– ' मांगोलियन लिपि ' पहा. ही लिपि मांचुरिया व बैकल सरोवराच्या उत्तरेस वसाहत करून राहिलेल्या मांगोल लोकांत प्रचलित आहे.

सि रो–खा ल्डी.— पर्शियामधील ख्रिस्ती लोकांनां नेस्टोरियन असें म्हणतात. हे नेस्टोरियन लोक ससेनियन राजांच्या कारकीर्दींत जी लिपि वापरीत असत तिलाच नेस्टोरियन किंवा सिरो–खाल्डी असें नांव आहे. इ. स. ६०० मधील नेस्टोरियन लोकांचा लेख उपलब्ध आहे. परंतु त्याची लिपि एस्ट्रांघेलो लिपीहून विशेष भिन्न नाहीं. पण इ. स. ८९९तल्या हारान येथील लेखांत मात्र नेस्टोरियन लिपीचें वैशिष्ट्य प्रथम दिसून येतें. अझेर विझान या पार्शियन प्रांतांतील सिरो–खाल्डिक चर्चचे लोक अद्यापि ही लिपि वापरतात. मलबारांतील कार्शुनी लिपीचा उद्भव हिच्यापासूनच झाला आहे.

अ र बी.— ही लिपि अरमइकपासून निघालेल्या नेस्खी लिपीपासून विकास पावली. हींत ऱ्हस्व स्वर नाहींत. स्वरभेद दाखविण्यासाठीं टिंबें वापरतात, पण तींहि इ. स.च्या ४थ्या शतकापूर्वी नव्हतीं. हींत अक्षरें२२च आहेत, पण २९व्यंजनोच्चार व्यक्त करून दाखवितां येतात. अक्षरांचीं रूपें सारखीं होत चालल्यामुळें त्यांच्यामधील भेद टिंबांसारख्या कृत्रिम उपायांनीं दर्शवावा लागतो. दोन अक्षरांपेक्षां एकाच अक्षराच्या दोन रूपांत अधिक फरक दिसतो. अरबी वाचणारास अक्षरापेक्षां शब्दाची ओळख लवकर पटते.

ट र्कि श (तु र्की).— ही लिपि अरमाइकपासून निघालेल्या नेस्खीचेंच एक विकास पावलेलें स्वरूप आहे. तींत व हिंदुस्थानींत किंवा पर्शियनमध्यें मुख्यतः अक्षरांच्या संख्येंतच फरक दिसून येतो. टर्किशमध्यें वर्णसंख्या बत्तीस व पर्शियनमध्यें तीस आहे.

प र्शि य न.— पर्शियन लिपि हें नांव मुख्यतः इराणमधील अर्वाचीन पर्शियन भाषेचे उच्चार व्यक्त करण्याकरितां फेरफार करून घेतलेल्या नेस्खी अरबी लिपीच्या स्वरूपास देतात. इराणमध्यें पूर्वी क्युनिफार्म म्हणजे कीलाकृति लिपि होती. पर्शियन लिपीची वर्णसंख्या बत्तीस आहे.

हिं दु स्था नी [उर्दु].— ही लिपि अरमइक लिपीपासून निघालेल्या नेस्खी लिपीचेंच एक विकास पावलेलें स्वरूप आहे. हिंदुस्थानांतील देश्य वर्णमालेच्या अक्षरांच्या अनुक्रमाशीं जुळवून घेण्याकरितां नेस्खीच्या मूळ वर्णानुक्रमांत फेरफार करून व स्थानिक उच्चार व्यक्त करण्याकरितां मूळ वर्णांत कांहीं नवीन अक्षरांची भर घालून हिंदुस्थानांत वापरण्यांत येणारी ही लिपि बनली आहे.

अ र्वा ची न सा मा रि ट न.—हिची उत्पत्ति प्राचीन हिब्रू लिपीपासून झाली. ती हल्लीं नेब्लस येथें असलेल्या सामारिटन लोकांच्या लहानशा समाजांत धर्मग्रंथांकरितां वापरण्यांत येते. व्यवहारामध्यें मात्र हे लोक अरबी लिपीच वापरतात. आपल्या आद्य जननीशीं जास्तींत जास्त साम्य ठेवणारी रोमन कॅपिटल लिपीशिवाय ही एकटीच लिपि आहे. हिच्या वर्णमालेंतहि २२ अक्षरेंच आहेत.

रॅं बि नि क.—हा एक हिब्रू लिपीचाच प्रकार आहे. हिच्यांत दोन पोटभेद आहेत. उत्तर रॅबिनिक जर्मनी व पोलंडकडील ज्यू लोकांत प्रचारांत असून दक्षिण रॅबिनिक इटाली व स्पेनकडील ज्यू लोक वापरतात.

आ र्मि नि य नः—ही लिपि बरीच अर्वाचीन आहे. ती मेस्रॉब नामक एका बिशपानें इसवी सनाच्या ४ थ्या शतकानंतर काढलेली दिसते. टेलर हा तिचा संबंध इराणी लिपीशीं जोडतो, परंतु ब्रिटानिकाकारास ती ग्रीकसंभव आहे हेंच मत सयुक्तिक दिसतें.

जॉ र्जि य न.— या लिपीसंबंधानें अशी दंतकथा आहे कीं, बिशप मेस्रॉब यानें ख्रिस्ती धर्माचा प्रसार करण्याकरितां आर्मीनियन लिपि बनविल्यावर इ.स.४१०मध्यें त्यानें आयबेरियन ह्मणजे जॉर्जियन लोकांत जाऊन त्या लोकांनां अठ्ठावीस अक्षरांची लिपि दिली, तिलाच जॉर्जियन लिपि ह्मणतात.

ग्री क मा य न्यू स्क्यू ल.—फिनीशियन लिपि खि. पू. नवव्याआठव्या शतकाच्या सुमारास (कोणाच्या मतें त्याच्याहि अगोदर) इजियनमार्गें ग्रीसमध्यें येऊन प्राचीन ग्रीक लिपि तयार झाली. ती उजवीकडून डावीकडे लिहिली जात असे. पुढें तिची लेखनशैली बदलली व आयोनियांत प्रचलित असलेल्या लिपीपासून इ. स. च्या चवथ्या शतकांत अर्वाचीन ग्रीक लिपि तयार झाली.

रो म न.—प्राचीन लिपींपैकीं ' रोमन ' लिपीची माहिती पहा. जेव्हां छापण्याची कला जर्मन भिक्षूंनीं आल्प्सपर्वताच्या दक्षिणेस नेली तेव्हां तेथें ते प्रथम कृष्णाक्षरी ठशांचा (जर्मन ब्लॅकलेटर टाईपचा) उपयोग करीत असत. परंतु हीं अक्षरें चांगलीं दिसत नसल्यामुळें त्यांच्या पुस्तकांचा बाजारांत खप होईना. ह्मणून इटालियन कारकून जी बारीक सुंदर अक्षरें वापरीत असत त्यांच्या धर्तीवर त्यांनीं आपले नवे ठसे पाडले. १४६५ पासून या ठशांत सुधारणा होत होत हल्लींची छापण्याची रोमन लिपि तयार

झालेली आहे. इंग्रजी पुस्तकांतून आपण हल्लीं जी लिपि पाहतों ती हींच होय.

इटालिक.—इटालिक म्हणजे तिरपी छापलेली रोमन अक्षरें. ह्या इटालिक अक्षरांचा मूळ उगम इ० स० १५०१ मध्यें जें व्हर्जिलचें काव्य छापण्यांत आलें त्यांत जीं अर्धमोडी रोमन अक्षरें वापरलीं होतीं त्यांपासून झाला आहे. इटालियन लिपि म्हणून जिला म्हणतात तींत व इंग्लिश लिपींत अक्षरांच्या संख्येशिवाय दुसरा विशेष फरक नाहीं. इटालियन लिपींत बावीस अक्षरें व इंग्लिशमध्यें सव्वीस आहेत.

इंग्लिश.— हिची लिहिण्याची मोडी अक्षरें अपकृष्ट कॅरोलाइन मायन्युस्क्यूलपासून निघालेल्या दरबारी लिपीपासून तयार झालीं. तथापि इलिझाबेथच्या काळांत प्रचलित असलेल्या इटालियन तऱ्हेचा तिजवर बराच परिणाम झाला आहे. ही लिपि मूळ अक्षरांच्या फांद्यांत मुरडींची वाढ होऊन बनलेली उघड उघड दिसते. कॅरोलाइन लिपि ही प्राचीन रोमन लिपीपासून निघाली होती. आरंभींचीं इंग्रजी पुस्तकें कॅक्स्टननें आणलेल्या (१४७१–७७) (जर्मन) कृष्णाक्षरी ठशांत छापलीं गेलीं. पुढें अर्धशतकानें पॅरिसहून रोमन अक्षरांचे ठसे इंग्लंडमध्यें आले.

जर्मन.—हिची लिहिण्याची मोडी अक्षरें मेरोव्हिंजियन मोडी लिपीपासून बनलेल्या बादशाही दफ्तरांतील लिपीपासून तयार झालीं. जर्मन पुस्तकांत कृष्णाक्षरी ठशांचा उपयोग करण्यांत येत असून छापण्याच्या कामीं त्यांचाच उपयोग प्रथम करण्यांत आला होता. हे कृष्णाक्षरी ठसे म्हणजे मध्ययुगीन हस्तलिखितांतील अक्षरांची नक्कल होय.

सर्व्हियन.—हिची उत्पत्ति ९ व्या शतकांतील ग्रीक अन्शल्सपासून निघालेल्या सिरिलिक लिपीपासून झालेली दिसते. ही सिरिल नामक पंडितानें इ. स. ८५५–८६३ या सुमारास बनविली अशी हिच्याविषयीं एक दंतकथा आहे. हिनें लवकरच ग्लॅगोलिटिक लिपीची जागा घेऊन तिला नामशेष करून टाकलें. तिच्यापासून पुढें जी सर्व्हियन लिपि निघाली तींत फक्त ४ च अक्षरें जास्त आहेत.

वालाशियनः—ही लिपि वालाशियन लोकांनीं आपल्या प्रांतांत प्रचारांत असलेल्या सिरिलिक वर्णमालेचे कांहीं निरर्थक स्वर व इतर अक्षरें गाळून आणि तींत स्वतःस जरूर असलेल्या दोन नवीन अक्षरांची भर घालून तयार केली. हींत एकंदर २७ अक्षरें आहेत. परंतु वालाशियन लोकांच्या लॅटिन भाषेस स्लाव्ह लिपि जुळेशी नसल्यामुळें तिची जागा आतां बहुतेक रोमन लिपीनें घेतलेली आहे.

ग्लॅगोलिटिकः—ही स्लाव्ह लोकांची लिपि असून तिचा जन्म इतर बहुतेक यूरोपीय लिपींप्रमाणें पश्चिम ग्रीकपासूनच झाला होता. हिची जागा अंशतः हिच्याहून सर्व प्रकारें श्रेष्ठ असलेल्या सिरिलिक लिपीनें घेतली आहे. ग्लॅगोलिटिक हें नांव ‘ शब्द ’ या अर्थाच्या एका बल्गेरियन शब्दापासून पडलें आहे, म्हणजे या लिपीचें नांव बल्गेरियन आहे. स्लाव्ह दंतकथेप्रमाणें हिची उत्पत्ति इ. स. च्या ४ थ्या शतकाइतकी जुनी आहे. ही लिपि स्लोव्हेनियन, इलीरियन (अल्बेनियाच्या उत्तरभागाचें पुरातन नांव), क्रोएशियन व दुसरे पश्चिम स्लाव्ह लोक यांच्यामध्यें प्रार्थना लिहिण्याकरितां आरंभीं प्रचलित होती. हिचीं अक्षरें पुढें सिरिलिक लिपीमध्यें अंतर्भूत करून घेण्यांत आलीं. इतकेंच नव्हे, तर अक्षरांचीं नांवें सुद्धां दोन्ही लिपींत एकच आहेत. ग्लॅगोलिटिक लिपीची जागा आतां बहुतेक रोमन लिपीनें घेतली आहे. ही क्रोआशिया व क्वार्नेरो बेटांत १७ व्या शतकापर्यंत प्रचलित होती. हिची उत्पत्ति प्राचीन मोडी ग्रीक लिपीपासून झालेली दिसते तथापि याबद्दल विद्वानांत अद्यापि बराच मतभेद आहे. कांहीं रशियन अक्षरांची उत्पत्तीहि या लिपींतील अक्षरांपासून दाखवितां येते.

रशियनः—ही लिपि थोडक्याच वर्षांपूर्वी एका मोठ्या साम्राज्याची सरकारी कामकाजाच्या कागदोपत्रीं वापरण्याची लिपि असल्यामुळें भौगोलिक विस्तारांत तिचा लॅटिन व अरबी लिपींच्या जोडीचा दर्जा आहे. या लिपीच्या इ. स. ९९६ मधील शिलालेखांतील अक्षरांचे स्लाव्ह पुरोहितांच्या सिरिलिक अक्षरांशीं बरेंच साम्य दिसतें. पिटर दि ग्रेटच्या कारकीर्दींत जुन्या रशियन वर्णमालेतील ४८ वर्णांपैकीं १४ वर्ण अनवश्यक म्हणून गाळण्यांत आले. कित्येक अक्षरांचीं रूपें बदललीं व एक अक्षर नवीन बनविण्यांत आलें.

अल्बेनियन.—उत्तर अल्बेनियांतले लोक लॅटिन वर्णमाला वापरतात. परंतु दक्षिण अल्बेनियामध्यें मात्र ग्रीक मायन्युस्क्यूलपासून अल्बेनियन भाषेच्या सोईसाठीं टिंबांच्या साहाय्यानें कांहीं नवीन अक्षरें बनविलेली व दोन तीन रोमन अक्षरें असलेली एक निराळी लिपि वापरतात. हिलाच अल्बेनियन असें ह्मणतात.

रोमइक.—रोमइक अथवा नूतन हेलेनिक लिपि. या लिपींतलि अक्षरांचें पश्चिम यूरोपांतील लिपींच्या अक्षरांशीं बरेंच सादृश्य आहे.

मघरेबीः— ही लिपि मोरोक्को व अल्जियर्समध्यें प्रचलित असून तिची उत्पत्ति प्राचीन अरबी लिपीपासून झाली आहे. ती अरबीसंभव कूफी लिपीहून कमी रेखीव आहे. तिच्यांत अरबीच्या नेस्खी शाखेपेक्षां लपेटी कमी असल्यामुळें ती वाचावयास सोपी जाते.

प्युनिक उर्फ कार्थेजियनः—या लिपीची उत्पत्ति फिनीशियन लिपीच्या सिडोनी शाखेपासून झाली. या लिपीचे सर्वांत जुने लेख ख्रि. पू. ३ ऱ्या शतकांतील असून ते कार्थेज व मार्सेल्स येथें सांपडले आहेत नाणीं मात्र ख्रि. पू. ५व्या शतकापासून १ ल्या शतकापर्यंतचीं मिळतात. यानंतर या लिपीस जें बरेंचसें मोडी व अपकृष्ट स्वरूप आलें तें उत्तर आफ्रिका व स्पेन येथें सांपडलेल्या नाण्यांवर दिसून येतें. सहारामधील

भटकणाऱ्या रानटी लोकांची हल्लींची लिपि प्युनिक लिपीच्या न्युमेडियन शाखेपासून निघाली असावी असा अंदाज आहे.

अम्हरिकः—अबीसीनियांतील लिपि. इ. स. १३०० त अम्हर प्रांतांतील घराणें सिंहासनारूढ झालें त्यावरून हिचें नांव पडलें. दक्षिण अरबस्थानांतून घीझ लोक अबीसीनियांत आले त्यांनीं आपल्या बरोबर आणलेल्या हिमिअरिटिक लिपीपासून इ. स. ५०० च्या सुमारास इथिओपिक लिपि तयार झाली. ही ध्वन्यक्षरलिपि होती. तींत आणखी कांहीं अक्षरांची भर पडून अम्हरिक लिपि बनली. हींत ३३ व्यंजनोच्चार व ७ स्वरोच्चार यांच्या संयोगानें होणाऱ्या निरनिराळ्या ध्वनींसाठीं २३१ स्वतंत्र अक्षरें आहेत.

अझटेकः—मेक्सिकोंतील प्राचीन चित्रलिपि. स्पॅनिश लोक जेव्हां मेक्सिकोमध्यें आले तेव्हां या लिपींत नुकतींच कोठें ध्वनिचिन्हें तयार होण्यास सुरुवात झाली होती (मेक्सिकन लिपि पहा).

मेक्सिकनः—स्पॅनिश लोकांनीं अमेरिकेंत पाय ठेवला तेव्हां मेक्सिकन अझटेक लिपि नुकतीच कोठें चित्रावस्थेंतून ध्वन्यक्षरावस्थेंत शिरत होती. स्पॅनिश लोक अमेरिकेंत आल्यावर त्यांच्या धर्मप्रसारकांनीं देश्य लोकांची कल्पनाचिन्हें विकासवून त्यांपासून आपल्या भाषेंतील कल्पना व्यक्त करण्यासारखी एक लिपि बनविली.

मयः—युकाटनची लिपि. ही अझटेक चित्रलिपीपासून बनली असून तिनें चित्रलिपीच्या पुढची जी ध्वन्यक्षरलिपीची पायरी ती गांठली होती. हींत कल्पनाचिन्हांच्या व ध्वनिचिन्हांच्या जोडीला ज्यांनां वर्ण हें नांव देतां येईल अशीं आणखी २७ अक्षरेंहि होतीं असें मयांच्या संस्कृतीचे जे अवशेष सांपडले आहेत त्यांवरून दिसतें. मध्यअमेरिकेच्या देश्य लोकांनीं ज्या निरनिराळ्या चित्रलिपी काढून विकासविल्या त्यांबद्दल अद्याप आपणांस जवळ जवळ कांहींच ज्ञान नाहीं.

चित्रलिपींचे पांच स्वतंत्र वंशः—वर जी जगांतील बहुतेक सर्व मुख्य मुख्य लिपींची टांचणरूपानें माहिती दिली आहे तिजकडे नजर फेंकली असतां एक गोष्ट प्रामुख्यानें ध्यानांत येते. ती ही कीं, जगांतील लिपींत आज जरी कल्पनातीत विविधता दृष्टीस पडते तरी त्यांच्या उगमाशीं वस्तुतः फारच थोड्या लिपी आहेत. आजच्या लिपींपैकीं अधिकांश लिपी मिसरदेशीय चित्रलिपीपासून व भारतीय ब्राह्मी लिपीपासून निघालेल्या आहेत. चिनी व तत्संभव लिपींनीं आज बराच भौगोलिक प्रदेश व्यापला असून कीलाकृति लिपीनेंहि एके काळीं तत्कालीन संस्कृतिदृष्ट्या बऱ्याच महत्वाच्या भागावर प्रभुत्व गाजविलें होतें. आज ज्या प्राचीन मूल लिपींसंबंधीं अभ्यासकांस पुरेशी माहिती उपलब्ध झाली आहे त्यांत मेक्सिकन चित्रलिपि ही सर्वांत कमी महत्वाची होय. वर सांगितलेल्या इतर स्वतंत्र लिपींच्या मानानें ही बरीच अर्वाचीन असून ती ध्वन्यक्षरलिपीच्या पायरीपर्यंत येऊन पोंचते न पोंचते तोंच यूरोपीय वसाहतवाल्यांनीं तिच्या स्वतंत्र विकासास आळा घातला.

हिटाइट लोक व त्यांची लिपिः—मूल लिपींपैकीं प्राचीनत्वांत मिसरदेशीय, ब्राह्मी व चिनी या लिपींच्या जोडीला बसवितां येण्यासारखी परंतु जिच्या संबंधीं अद्याप पुरेशी माहिति उपलब्ध व्हावयाची आहे अशी लिपि म्हटली म्हणजे प्राचीन हिटाइट लोकांची चित्रलिपि होय. असुर राष्ट्राच्या उदयापर्यंत हिटाइट लोकांचें राष्ट्र हें वायव्यआशियांत सर्वांत प्रबळ असून खि. पू. १७व्या व १४व्या शतकांच्या दरम्यान त्यांचें साम्राज्य जास्तींत जास्त विस्तार पावलें होतें. खि. पू. बाराव्या शतकांत सेमेटिक लोक इजियन समुद्राकडे चालून आले तेव्हां त्यांच्या सत्तेस उतरती कळा लागून खि. पू. ७१७ मध्यें असुर लोकांनीं त्यांची राजधानी कार्चेमिश काबीज करून घेतली तेव्हां त्याची सत्ता अजीबात नष्ट झाली. आशियामायनरच्या व सायप्रसच्या लिपींतील अक्षरें हिटाइट चित्रलिपीपासूनच बनलेलीं असल्याचें दाखवितां येईल.

ब्राह्मी लिपीचा विकास चित्रलिपीपासून झाला किंवा नाहीं व झाला असल्यास कोणत्या चित्रलिपीपासून झाला याविषयीं आपलें पूर्ण अज्ञान आहे. ब्राह्मी व तत्संभव लिपी खेरीज करून इतर लिपींच्या उगमाशीं पांच मोठ्या स्वतंत्रपणें विकास पावलेल्या चित्रलिपी होत्या. या चित्रलिपींचें ध्वनिसूचक लिपींत पुढें दिल्याप्रमाणें विकसन झालेलें दिसतें:—

१ मिसरदेशीय.—(१) स्मारकांवरील चित्रलिपि. (२) लिहिण्याची हिअरेटिक उर्फ पुरोहिती. (३) सेमेटिक वर्णमाला. (४) मोडी डेमोटिक. (५) कॉप्टिक म्हणजे ग्रीकसंभव पूर्वयूरोपीय वर्णमाला (अंशतः).

कीलाकृति.—(१) रेखात्मक बाबिलोनी चित्रलिपि. (२) प्राचीन बाबिलोनी कीलाकृति लिपि. (३) ससियन ध्वन्यक्षरलिपि. (५) असुरी कीलाकृति. (६) आर्मीनियन कीलाकृति किंवा अलारोडियन. (७) उत्तर बाबिलोनी (तृतीय हखामनी घराण्याच्या वेळची). (८) प्रोटोमेडिक (द्वितीय हखामनी घराण्याच्या वेळची). (९) पार्शियन कीलाकृति वर्णमाला (प्रथम हखामनी घराण्याच्या वेळची).

३ चिनी.—(१) कुब्वेन चित्रात्मक कल्पनाचिन्हें. (२) चौरसाकार किऐ-शु उर्फ 'नमुनेदार' अक्षरें. (३) जपानी काताकाना ध्वन्यक्षरलिपि. (४) मोडी त्सौ-शु उर्फ गवती अक्षरें. (५) जपानी हिरागाना ध्वन्यक्षरलिपि.

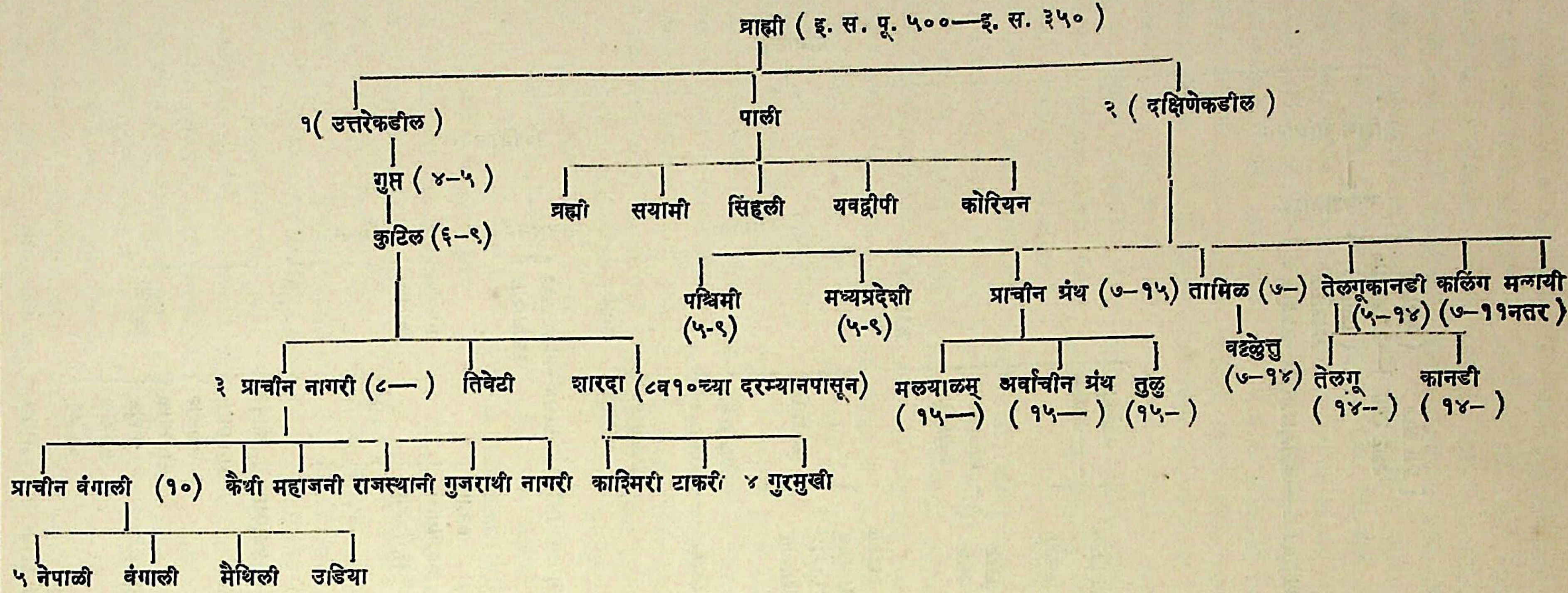
(४) मेक्सिकन (१) अझटेक चित्रात्मक कल्पनाचिन्हें. (२) युकाटनची मय वर्णमाला.

३ हिटाइट.—(१) कार्चेमिश चित्रलिपि. (२) आशियामायनर ध्वन्यक्षरलिपि. (३) लिशियन वर्णमाला (अंशतः). (४) सिप्रिऑट ध्वन्यक्षरलिपि.

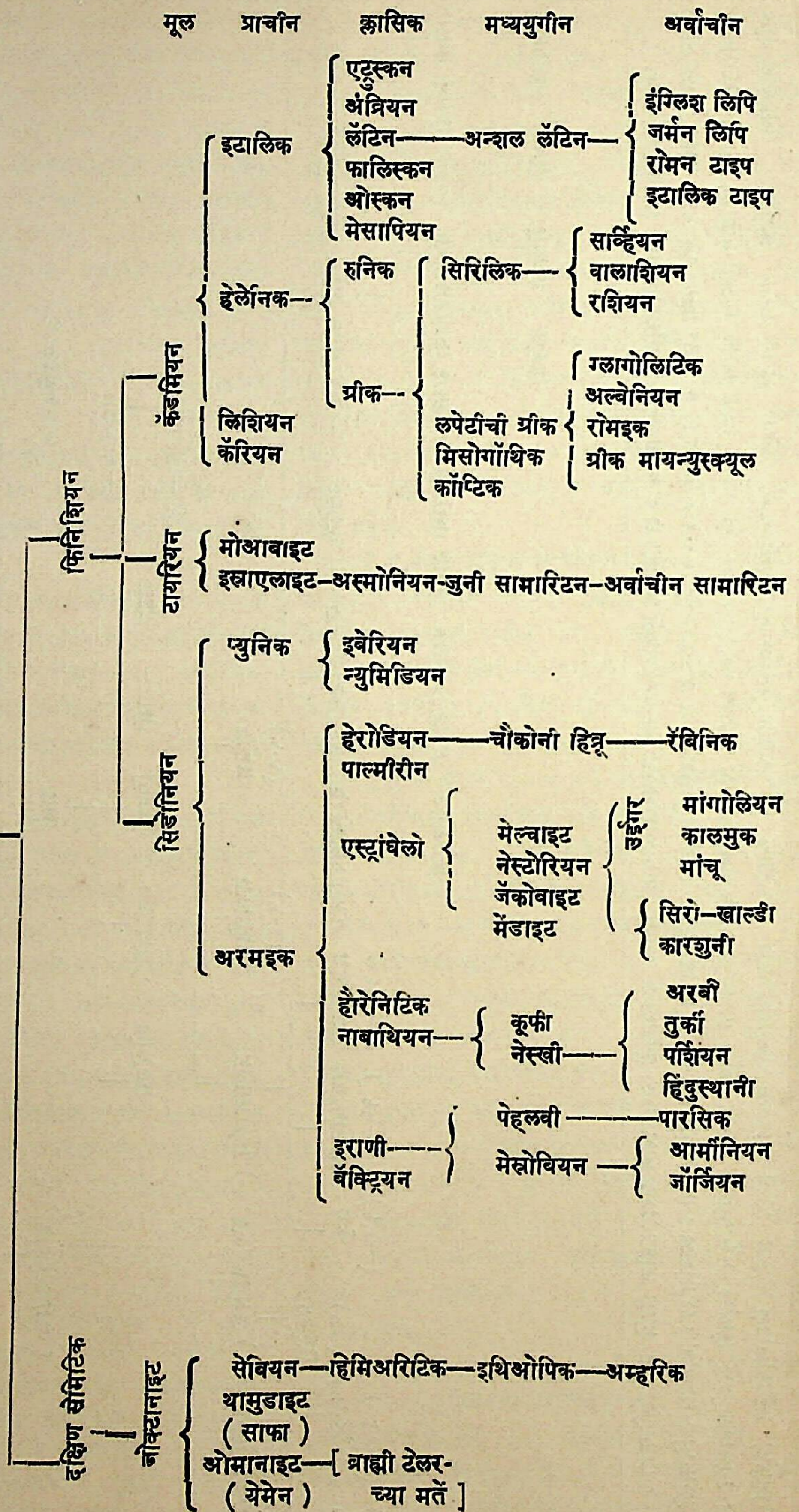
ब्राह्मसिंभव लिपींचा आपणांशीं विशेष संबंध असल्यामुळें व सेमेटिकवंशोद्भव लिपींचा सांस्कृतिक दृष्ट्या महत्वाच्या अशा अनेक राष्ट्रांत प्रचार असल्यामुळें त्यांच्या वंशावळी पुढें दिल्या आहेत.

हिंदुस्थानांतील लिपींचा परस्परसंबंध दाखविणारा वंशवृक्ष.

(कंसांतील आंकडे ती लिपि ख्रिस्ती शकाच्या कोणत्या शतकांत प्रचलित होती हें दाखवितात.)



१ चौथ्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून उत्तरेकडील व दक्षिणेकडील ब्राह्मी लिपींनीं परस्परभिन्न वळणें घेतलीं व त्यामुळें कालांतरानें उत्तरेकडील लिपि व दक्षिणेकडील लिपि यांच्यामध्यें फारच फरक पडला. २ ही शाखा क्षत्रप व आंध्रवंशी राजांच्या लेखांतील व त्यानंतरच्या नाशिक, कार्ले इत्यादि ठिकाणच्या लेण्यांवरील लेखांतील ब्राह्मीपासून निघाली असली पाहिजे. ३ मराठी व नागरी या दोन लिपींत फारच थोडा भेद आहे. आपल्या मोडी लिपीचा विकास कोणी नागरीपासून तर कोणी प्रत्यक्ष मौर्यांपासून म्हणजे अशोककालीन ब्राह्मीपासून झाला असें म्हणतात. ४ हिचीं वरींच अक्षरें शारदा लिपीपासून सिद्ध झालेलीं आहेत. ५ अकराव्या शतकानंतरची नेपाळी लिपि प्राचीन बंगालीपासून निघाली.


सेमेटिक वंशोद्भव लिपी.
मिसरदेशीय चित्रलिपि
हिअरेटिक
सेमिटिक
फिनिशियन
दक्षिण सेमिटिक
कॅडमियन
टायरियन
सिडोनियन
मिनियन
मूल
प्राचीन
क्लासिक
मध्ययुगीन
अर्वाचीन
इटालिक
एट्रुस्कन
अंब्रियन
लॅटिन—अन्शल लॅटिन
इंग्लिश लिपि
जर्मन लिपि
रोमन टाइप
इटालिक टाइप
फालिस्कन
ओस्कन
मेसापियन
हेलेनिक
रुनिक
सिरिलिक
सार्व्हियन
वालाशियन
रशियन
ग्रीक
ग्लागोलिटिक
अल्बेनियन
रोमइक
ग्रीक मायन्युस्क्यूल
लपेटीची ग्रीक
मिसोगॉथिक
कॉप्टिक
लिशियन
कॅरियन
मोआबाइट
इस्राएलाइट—अस्मोनियन—जुनी सामारिटन—अर्वाचीन सामारिटन
प्युनिक
इबेरियन
न्युमिडियन
हेरोडियन—चौकोनी हिब्रू—रॅबिनिक
पाल्मीरीन
एस्ट्रांघेलो
मेल्वाइट
नेस्टोरियन
जॅकोबाइट
मेंडाइट
उइगुर
मांगोलियन
कालमुक
मांचू
सिरो—खाल्डी
कारशुनी
अरमइक
हॅरेनिटिक
नाबाथियन
कूफी
नेस्खी
अरबी
तुर्की
पर्शियन
हिंदुस्थानी
इराणी
बॅक्ट्रियन
पेहलवी—पारसिक
मेस्रोवियन
आर्मीनियन
जॉर्जियन
सेबियन—हिमिअरिटिक—इथिओपिक—अम्हरिक
थामुडाइट
(साफा)
ओमानाइट—[ब्राझी टेलर-
(येमेन) च्या मतें]

प्राचीन लिपिशास्त्र.—अत्यंत प्राचीन काळापासून लेखनकलेच्या बाबतींत कोणत्या प्रकारचें साहित्य उपयोगांत आणलें गेलें याचा इतिहास अत्यंत मनोरंजक आहे. प्राचीन लिपिशास्त्र व प्राचीनअंकितलेखशास्त्र असे प्राचीन लिपिशास्त्राचे दोन निरनिराळे भेद होण्यास लेखनसाहित्याची प्रकारभिन्नताच कारणीभूत झाली आहे. शिला, धातू किंवा असेंच दुसरे टिकाऊ पदार्थ यांवर कोरलेल्या प्राचीन लेखांचा अभ्यास करण्याकरितां प्राचीनअंकितलेखशास्त्र निर्माण झालें. प्राचीनलिपिशास्त्रांत वाङ्मयात्मक, धर्मविषयक इत्यादि विविध स्वरूपाच्या लेखांचा समावेश होत असून त्या शास्त्रांतील लेखांसाठीं उपयोगांत आणलेलें लेखनसाहित्य म्हटलें म्हणजे कापड किंवा लांकडाची फळी यांसारखे लेखनपट, व शंकु किंवा वेत अगर बोरू यांसारख्या पदार्थांपासून केलेल्या लेखण्या हें होय.

लेखनसाहित्य आणि लिपिस्वरूप यांचा संबंध.—लेखनकलेच्या पूर्वीपासूनचा इतिहास लक्षांत घेतां असें दिसतें कीं, भिन्नभिन्न प्रकारच्या लेखनसाहित्याचा प्राचीन लिपींवर एकंदरींत बराच परिणाम झाला असावा. बाबिलोन व मिसर देशांतील लोक प्रथमतः लेखनाकरितां मातीच्या विटांचा उपयोग करीत असत. त्याचा परिणाम असा झाला कीं, विटांसारख्या कणखर पदार्थावर कोणत्या तरी बारीक अणकुचीदार हत्यारानें टोंचून लिहिण्याची पद्धति अमलांत येऊन कीलाकृति अक्षरें असलेली (क्युनिफॉर्म) लिपि तयार झाली.

त्याचप्रमाणें ग्रीक व रोमन लोकांनीं उपयोगांत आणलेल्या लेखनपटांचा पृष्ठभाग चिकट मेणाचा असल्यामुळें ह्या लोकांमध्यें तुटक व असंयुक्त अशी लेखनशैली उत्पन्न झाली. याच्या मानानें थोड्या खरबरीत असलेल्या पापायरस नांवाच्या लेखनपटाच्या पृष्ठभागावर लिहिली जात असलेली लिपि किंचित् अधिक जोर देऊन लिहावी लागल्यामुळें तिचीं अक्षरें अतिशय किरटीं बनलीं.

प्राचीन मिसर देशांतील लेखनसाहित्य.—पापायरस या नांवाची एक तृणजातीय वनस्पति आहे. नाईल नदीच्या मुखामधील दलदलीच्या प्रदेशांत प्राचीन काळापासून पापायरसची उत्पत्ति व वाढ पुष्कळ होत असते. या झाडाची उंची चार हातांपर्यंत असून याच्या कांडीचा आकार तिकोनी असतो. या झाडापासून ४ ते ५ इंच लांबीचे तुकडे तोडून त्यांच्या साली काढून घेत. त्यांची रुंदी अर्थात् फार थोडी असे. असल्या साली घेऊन त्या एकीला एक चिकटवून त्यांचा लांब पत्रा बनविण्यांत येई. तो प्रथम दाबून ठेवून नंतर वाळवीत; व साफ सुकला म्हणजे हस्तिदंतानें किंवा शंखानें घोटून घोटून साफ बनवीत. एवढें केलें म्हणजे मग तो लिहिण्यास योग्य होई. याप्रमाणें तयार केलेल्या पत्रांनां यूरोपीय लोक ' पापायरस ' असें म्हणतात. पुस्तकें, चिठ्ठ्या व पत्रव्यवहार वगैरे लिहिण्याच्या सर्व कामाकडे या पत्रांचा उपयोग कागदाऐवजीं करण्यांत येत असे. अशीं पत्रें एकास एक उभीं चिकटवून त्यांचे लांब खरडेहि बनवीत असत. असे लांब लांब खरडे मिसर देशांतील प्राचीन कबरींमधून सांपडले आहेत. ते लांकडाच्या पेट्यांमध्यें ठेविलेल्या शवांच्या हातांत किंवा शवांच्या अंगाभोंवतालीं गुंडाळलेले असतात. मिसर देशांत ख्रि. पू. २००० च्या सुमाराचे असले खरडे सांपडले आहेत. या देशांत पर्जन्याचा बहुतेक अभाव असल्यामुळें हीं पापायरस पत्रें पुष्कळ काळ टिकूं शकतात. या झाडांच्या सालींपासून पत्रें बनविण्यास फार प्रयास पडत असत तरी लिहिण्यास योग्य असें दुसरें कांहीं साधन उपलब्ध नसल्यामुळें त्यांचाच उपयोग करण्यांत येई; व यासाठीं पापायरसची लागवडहि मुद्दाम सरकारच्या हातीं ठेवण्यांत आली होती.

शाई.—प्राचीन इजिप्शियन लोकांमध्यें शाई तयार करीत असत. ख्रि. पू.२५०० च्या सुमाराचीं शाईनें लिहिलेलीं पापायरस पत्रें उपलब्ध झालीं आहेत. चीनमध्यें ख्रि. पू. २६९७ च्या सुमारास होऊन गेलेल्या टीनच्यू नांवाच्या राजाच्या कारकीर्दींत प्रथम शाई तयार करण्याची युक्ति निघाली. डिंक, सरस, किंवा वारनीस यांमध्यें मशेरी किंवा लोणारी कोळशाची पूड घालून ही शाई तयार करीत. कटल माशाच्या अंगांतून निघणाऱ्या सेपिया नांवाच्या काळ्या रंगाचा रोमन लोक शाईसारखा उपयोग करीत असत. मायफळ किंवा हिरडे व हिराकस यांच्या मिश्रणापासून होणाऱ्या शाईचें ११ व्या शतकांत राहणाऱ्या थिओफायलस नांवाच्या एका साधूनें प्रथमच वर्णन केलें आहे. परंतु हिराकशीच्या पाण्यांत भिजविलेला कागद मायफळाच्या मिश्रणांत बुडविला असतां काळा होतो हा शोध पहिल्याच शतकांत प्लिनी यास लागला होता. हिराकस व मायफळ यांच्या मिश्रणापासून होणाऱ्या शाईचा फार जलद प्रसार झाला. १६ व्या शतकांत तयार झालेल्या गृहकार्यविषयक ज्ञानकोशांत या जातीच्या शाया तयार करण्याच्या पद्धती दिलेल्या सांपडतात. त्यानंतर १७४८ त विल्यम लुई नांवाच्या गृहस्थानें या विषयाचें शास्त्रीय संशोधन केलें. आरंभीं तयार झालेल्या हिराकशीच्या शायांत पाण्यांत फक्त रंग मिसळलेला सांपडत असे. १९ व्या शतकाच्या प्रारंभीं स्टीव्हन्स कंपनीनें निळी शाई प्रथमच तयार केली. हिराकस व हिरड्यांतील किंवा मायफळांतील टानिन द्रव्य, व नीळ, आणि पतंगाचें लांकूड यांच्या मिश्रणानें तयार झालेली शाई आरंभीं लिहितांना निळसर दिसते, परंतु सुकल्यावर काळीभोर होते. या विशिष्ट गुणामुळें निळ्याकाळ्या शाईचा प्रसार अतोनात झाला आहे. १८५६ मध्यें लियोन हार्डी नांवाच्या माणसानें रजिस्टर करून घेतलेल्या " अलिझाईन " नांवाच्या शाया ह्या वरील जातींच्या शायांप्रमाणेंच असून त्यांत थोडें मंजिष्ठाच्या रंगाचें मिश्रण असे. शाई तयार करण्यांत ॲनिलीन रंगाचा उपयोग

इंग्लंडमध्यें १८६१ त काक नांवाच्या मनुष्यास पेटंट मिळालें तेव्हांपासून सुरू झाला.

यूरोपमधील लेखनसाहित्य, चामडीं व कागदः— कागदाचा प्रचार होण्यापूर्वी यूरोपमध्यें चामडीं साफ करून त्यांवर लेख लिहीत असत. ख्रि० पू० ५ व्या शतकांत ग्रीक लोकांनीं मिसर देशांत बनविलेलीं पापायरसपत्रें आणवून त्यांचा उपयोग करण्यास सुरुवात केली. नंतर सर्व यूरोपभर त्यांचा प्रसार झाला. पुढें अरबांचा अंमल सुरू झाल्यावर इटली वगैरे देशांत या पापायरस झाडांची लागवड होऊं लागली व त्यांपासून यूरोपमध्येंच पापायरसपत्रें तयार होऊं लागलीं; तथापि इसवी सनाच्या चवथ्या शतकापासून यूरोपमध्यें मृदुचर्मपत्रांचा उपयोग सुरू झालेला दिसतो; व तीं १५ व्या शतकांत छापण्याच्या कलेचा शोध लागेपर्यंत प्रचारांतून गेलीं नाहींत. इ० स० ७०४ मध्यें अरबांनीं समरकंद शहर जिंकून घेतलें तेव्हां तेथें ते प्रथम कापसापासून अथवा चिंध्यांपासून कागद तयार करण्यास शिकले. नंतर दमास्कस शहरींहि कागद तयार होऊं लागले. अरबी भाषेंतील पुस्तकें ९व्या शतकांत प्रथम असल्या कागदांवर लिहिलीं जाऊं लागलीं, व १२ व्या शतकाच्या सुमारास अरबांच्या द्वारें यूरोपमध्यें कागदांचा प्रवेश झाला. १३ व्या शतकांत यूरोपांत पापायरसपत्रांचा लिहिण्याच्या कामीं उपयोग अजीबात बंद होऊन त्याऐवजीं कागद वापरण्यास सुरुवात झाली.

लां क डी फ ल कः— ब्रिटनमध्यें रुनिक अक्षरें लिहिण्याकरितां प्रथम लांकडी फलकांचा उपयोग होत असावा असें दिसतें. परंतु ह्यांपैकीं एकहि फलक सध्यां उपलब्ध होत नाहीं. आतांपर्यंत उपलब्ध असलेले हस्तलेख, स्मारक शिलांवर, त्याचप्रमाणें तलवारी, टांचण्या, आंकडे वगैरे सारख्या धातुनिर्मित पदार्थांवर कोरलेले आहेत. रुनिक अक्षरें खोदलेलीं कांहीं नाणींहि आढळून आलीं आहेत.

ले ख ण्या :— यूरोपांत मध्ययुगांत क्विलच्या ह्मणजे साळूच्या पिसाच्या लेखण्या करीत असत. त्यापूर्वी धातूच्या, हाडाच्या किंवा हस्तिदंताच्या लेखण्यांचा प्रचार असून त्यांनीं लांकडांच्या फळ्यावर मेण बसवून त्यावर खोदून लिहीत. वोरूच्या किंवा वेतसदृश झाडाच्या कांड्यांच्या किंवा वांबूच्या लेखण्या करण्याचीहि वहिवाट दृष्टीस पडते.

शा ई :—प्राचीन काळीं यूरोपांत शाई कशी करीत असत व तींत पुढें सुधारणा कसकशी होत गेली याविषयीं सविस्तर माहिती वर आलीच आहे.

चीनच्या लेखनसाहित्याचा इतिहास.— चीन देशांतील अत्यंत प्राचीन लेखनसाहित्याची माहिती त्या देशांत सांपडलेल्या अत्यंत प्राचीन म्हणजे ख्रि.पू.१८००पासून सांपडलेल्या अवाढव्य अशा भिन्न भिन्न प्रकारच्या लेखांवरून मिळण्यासारखी आहे. चिनी लेखनकलेच्या इतिहासास पौराणिक काळांत आरंभ होत असून त्या वेळेपासून भिन्नभिन्न प्रकारचें लेखनसाहित्य उपयोगांत आणलेलें दिसतें.

कां शा चीं भां डीं:— ह्यांपैकीं अत्यंत प्राचीन अशा ख्रि. पू. १८०० पासून ८०० पावेतोंच्या १००० वर्षांच्या कालविभागांतील वरेचसे हस्तलेख कांसें नामक धातूच्या घंटा, मोठमोठ्या कढया व दुसरीं अनेक प्रकारचीं कांस्यनिर्मित यज्ञोपकरणें यांवर कोरून लिहिलेले आढळतात.

अ स्थि खं डः— परंतु ह्या कालाच्या कांहीं मागाहून ह्मणजे ख्रि. पू. ११०० ते ५००—च्या सुमारास जादूटोणा, मंत्रतंत्र यांच्या निमित्तानें निरनिराळ्या प्राण्यांच्या अस्थिखंडांवर अशुभविनाशक लेख लिहिण्याची पद्धति पडली. हे लेख सामान्य लोक देवालयांतील उपाध्यायांपासून लिहून घेत असत. अशा प्रकारचे हाडकांवरील हस्तलेख चीनच्या उत्तर भागांत बऱ्याच ठिकाणीं सांपडले आहेत. अर्थात् वरील कांस्यपट व हे हाडकांवरील लेख लिहिण्यास कसल्या तरी तीक्ष्ण अशा अणकुचीदार हत्यारांचा लेखणीसारखा उपयोग केला जात असावा. ह्या हाडांवरील लेखांतील लिपींचा उपयोग मागाहून ठशाकरितां केला जात असे.

वे ळू च्या ले ख ण्याः— ख्रि. पू. ५००च्या सुमारास ह्मणजे 'चौ' राजघराण्याच्या कालांत वेळूच्या किंवा लांकडाच्या लेखण्यांचा लिहिण्याकरितां उपयोग केला जात असे हें निश्चित झालें आहे. अर्थात् अशा प्रकारच्या लेखण्यांकरितां कांहीं पातळ शाईसारखें द्रव्य लागत असलेंच पाहिजे; परंतु या वेळूच्या लेखण्यांनीं कशा प्रकारच्या पदार्थांवर लेख लिहीत असत हें समजत नाहीं.

कुं च लेः— वरील "चौ" राजघराण्याच्या अमदानीच्या अखेरीस बांबूच्या किंवा लांकडाच्या लेखण्यांचा उपयोग कमी होत जाऊन त्यांच्या जागीं कसल्यातरी प्रकारचे कुंचले उपयोगांत आणण्यास सुरुवात झाली. ह्या कुंचल्यांच्या साधनानें सध्यांच्या वार्निससारख्या एखाद्या द्रव्यरूप रंगांत लिहिण्याचें काम चाले.

शि ला दुं दु भीः— ह्याशिवाय ख्रि. पू. ८व्या शतकांतील 'चौ' 'हसुअन्' राजाच्या कारकीर्दींतील सुप्रसिद्ध असे शिलादुंदुभीवरील लेख नुकतेच प्राचीनवस्तुसंशोधक शास्त्रज्ञांनीं शोधून काढले आहेत. त्यांवरून शिलालेखाची पद्धतीहि चीनमध्यें तुरळक तुरळक प्रचारांत असल्याचें दिसतें.

वि टाः— नुकतेच थोड्या दिवसांपूर्वी कांहीं जुन्यापुराण्या घरांच्या अवशेषांत ख्रि. पू. १५० वर्षांच्या काळचे कांहीं मातीच्या विटांवर कोरून लिहिलेले ग्रंथ सांपडले आहेत. अर्थात् हे ग्रंथ बाबिलोन व असुरिया येथील विटांवरील लेखांसारखेच शंकूसारख्या एखाद्या अणकुचीदार पदार्थानें लिहिलेले दिसतात.

आतां आपण चीनच्या शेजारी असलेला जो आपला देश त्याच्या लेखनसाहित्याच्या इतिहासाकडे वळूं.

हिंदुस्थानांतील लेखनसाहित्यः—प्राचीन काळापासून आतांपर्यंत हिंदुस्थानांत ज्या ज्या वस्तूंचा लिहिण्याच्या कामीं कागदासारखा उपयोग करण्यांत आला त्यांचे मुख्यतः दोन विभाग करतां येतील; रोजच्या व्यवहारांत लिहिण्याकरितां व पुस्तकें छापण्याकरितां हल्लीं आपण जो कागद वापरतों तो फार झालें तर पांच सात शतकेंपर्यंत शाबूत राहूं शकेल. परंतु एवढ्या अवधींत तो इतका जीर्ण होईल कीं, त्यावरील लेखाची नक्कल करून ठेविली नाहीं तर तो कायम राहील अशी आशाच बाळगावयास नको. अर्थात् नक्कल करणाऱ्याच्या भरंवशावर न राहतां ज्या गोष्टी चिरस्मरणीय करून ठेवावयाच्या असतात त्यांचे लेख पंचमहाभूतांच्या विनाशक क्रियेस दाद न देतां टिकून राहूं शकतील अशाच पदार्थांवर लिहून ठेविले पाहिजेत हें उघड आहे. यांत्रिक शक्तीनें तयार झालेल्या स्वस्त कागदांचा हिंदुस्थानांत प्रचार होण्यापूर्वीं ताडपत्र, भूर्जपत्र, हातांनीं तयार केलेले कागद, पट अथवा कापसाचें कापड, लांकडी पाटी, रेशमी कापड व कातडें ह्या वस्तूंचा रोजच्या व्यवहारांत लिहिण्याच्या कामीं उपयोग करण्यांत येत होता. जे लेख चिरकाल टिकावे अशीं लिहिणाराची इच्छा असे, ते शिलांवर, विटांवर, सुवर्णपटांवर, रौप्यपटांवर, ताम्रपटांवर अथवा पितळेच्या, कांशाच्या किंवा लोखंडाच्या वस्तूंवर खोदविलेले सांपडतात. सदरहू वस्तूंपैकीं कांहींचा उपयोग बऱ्याच प्राचीन काळापासून हिंदू लोकांस ठाऊक होता अशाविषयीं जुन्या ग्रंथांत उल्लेख आले आहेत.तथापि ताडपत्रादिकांवरच्यासारखे विनाशी लेख इसवीसनाच्या दुसऱ्या शतकापूर्वींचे आज हिंदुस्थानांत उपलब्ध नाहींत. चिरंजीव लिखाणांतील खात्रीलायक सर्वांत जुने लेख म्हटले म्हणजे ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांतील अशोकाचे शिलालेख होत.

ताडपत्रः—वर सांगितलेल्या विविध वस्तूंपैकीं ताडपत्राचाच उपयोग हिंदुस्थानांत प्रथमतः करूं लागले असावे असें संस्कृत वाङ्मयांत पुस्तकासंबंधीं जे पारिभाषिक शब्द आढळतात त्यांवरून दिसून येत आहे. ताडपत्र हें ज्याच्या पानापासून तयार करतात त्या तालवृक्षाची उत्पत्ति हिंदुस्थानांतील बहुतेक सर्व भागांत थोडीबहुत व दक्षिण हिंदुस्थानामध्यें विशेषेंकरून होते. काळजीपूर्वक बनविलेल्या पोथ्या या तालवृक्षाच्या पानाचे एकपासून चार इंचपर्यंत रुंदीचे तुकडे करून, वाळवून, त्यांनां पाण्यांत उकळून व पुन्हां वाळवून, आणि मग शंख किंवा कवडी यांसारख्या एखाद्या गुळगुळीत वस्तूनें घोटून त्यांवर लिहिलेल्या असतात. पानांची लांबी थोडी असल्यास प्रत्येक पानास व त्याच आकाराच्या खालीं व वर ठेविलेल्या लांकडाच्या फळ्यांस मध्यें एकच भोंक पाडून, व जास्त असल्यास दोन्ही बाजूंस एक एक भोंक पाडून त्यांतून दोरी ओवून त्यांचें पुस्तक बांधलेलें असतें. ह्या बांधण्याच्या रीतीवरूनच एखाद्या विषयावरील पुस्तकास ग्रंथ किंवा सूत्र हें नांव पडलें असावें; व ताडपत्रामुळें वृक्षाचा व पुस्तकाचा जो संबंध जडला त्यायोगें पुस्तकाविषयींच्या परिभाषेंत स्कंध, कांड शाखा, वल्ली, पर्ण व पत्र यांसारखे वृक्षासंबंधीं शब्द आले असावे. ताडपत्रावर शाईनेंहि लिहितात. परंतु लिहिण्याच्या क्रियेस संस्कृतमध्यें जो 'लिख्' हा धातु आहे त्यावरून लोखंडाच्या तीक्ष्ण कलमेनें ताडपत्रावर अक्षरें कोरून त्यांवर काजळ फासण्याचीच रीति सर्वांत जुनी असली पाहिजे असें दिसतें. यांतील पहिली रीति पश्चिम व उत्तर हिंदुस्थानांत व दुसरी दक्षिणेमध्यें प्रचलित होती. ताडपत्रावर लिहिलेला सर्वांत जुना ग्रंथ म्हटला म्हणजे इसवी सनाच्या दुसऱ्या शतकाच्या सुमाराचा डॉ. लुडर्स यानें छापविलेला नाटकाचा अंश होय [क्लीनर, संस्कृत टेक्स्ट्स, भाग१].तथापि बुद्धाच्या निर्वाणानंतर म्हणजे ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांत राजगृहाजवळ सप्तपर्ण गुंफेंत भरलेल्या बौद्धसंगीतीनें 'त्रिपिटक' ताडपत्रावरच लिहविलें होतें असा प्राचीन लेखांत उल्लेख सांपडतो [हुएन्त्संगच्या चरित्राचें बीलकृत रूपांतर पा. ११६–१७]. बंगालमध्यें दुर्गापाठ लिहिण्याच्या व रामेश्वराच्या व जगन्नाथाच्या मंदिरांत भरणा केलेल्या रुपयांच्या पावत्या देण्याच्या कामीं व तसेंच हिंदुस्थानच्या दक्षिण व आग्नेय भागांतील प्राथमिक शिक्षणाच्या शाळांत अद्यापहि ताडपत्रच वापरतात.

भूर्जपत्रः—कागदासारखा जिचा उपयोग करण्यांत येत होता अशी प्राचीन काळापासून हिंदुस्थानांत प्रचारांत असलेली दुसरी वस्तु म्हटली म्हणजे भूर्जपत्र होय. भूर्जपत्रावरील प्राचीन लेख विशेषतः पंजाबांत व थोडेसे ओरिसांत सांपडतात. हीं भूर्जपत्रें तूज अथवा भूर्ज नांवाच्या वृक्षाच्या सालीपासून बनविलेलीं असतात. ह्या सालीस तेल लावून व घोटून गुळगुळीत व मजबूत केल्यावर वाटेल तेवढ्या लांबीरुंदीचीं पानें कापून मग तीवर शाईनें लिहीत असत. पुरातन काळीं भूर्जपत्रांचीं पुस्तकें ताडपत्रांच्या पुस्तकांप्रमाणेंच दोरी ओंवून बांधीत असत. मोंगलांच्या कारकीर्दींत मात्र या पुस्तकांनां हल्लींच्या पुस्तकांप्रमाणें कातड्याचा पुठ्ठा चढवून बांधण्याची वहिवाट पडली. भूर्जपत्रावर लिहिलेलीं सर्वांत जुनीं अशीं आज उपलब्ध असलेलीं पुस्तकें म्हटलीं म्हणजे खोतान येथें सांपडलेला दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या शतकांतील 'धम्मपद' नामक खरोष्ठी लिपीच्या प्राकृत ग्रंथाचा कांहीं अंश, चौथ्या शतकांतील 'संयुक्तागमसूत्र' नामक संस्कृत ग्रंथ, सहाव्या शतकाच्या सुमाराचीं मि. बॉवर यांच्या संग्रहांतील पुस्तकें व आठव्या शतकांतील बख्शालीचें अंकगणित हीं होत. हीं जीं भूर्जपत्रांवर लिहिलेलीं कांहीं थोडींशीं पुस्तकें आज शाबूत स्थितींत सांपडलीं आहेत, त्यांचें कारण स्तूपांच्या आंत दगडांमध्यें गाडलेलीं असल्यामुळें तीं तेथें सुरक्षित राहूं शकलीं हेंच होय. भूर्जपत्रें मोकळ्या हवेंत लवकर जीर्ण होत असल्यानें पंधराव्या शतकापूर्वींचीं मोकळीं राहिलेलीं कोणतींहि भूर्जपत्रें अद्याप मिळालीं नाहींत. हल्लीं भूर्जपत्रांचा लिहिण्याच्या कामीं मुळींच

उपयोग करण्यांत येत नाहीं, तरी गंड्यागोंड्यांतील यंत्रतंत्र भूर्जपत्रांवर काढण्याची रूढी असल्याकारणानें अद्यापहि तीं पसाऱ्याच्या दुकानीं विकत मिळतात (भारतीय प्राचीन लिपिमाला पानें १४३-४४).

का ग द.—कित्येक यूरोपीय विद्वानांचें असें मत आहे कीं, यूरोपप्रमाणें हिंदुस्थानांतहि मुसुलमानांनींच कागद आणले. इसवी सनाच्या तेराव्या शतकापूर्वींचीं कागदाचीं पुस्तकें अद्याप हिंदुस्थानांत सांपडलीं नसल्यामुळें ह्या विधानास खोडून काढण्यास प्रत्यक्ष असा कोणताच पुरावा आज उपलब्ध नाहीं. तथापि आशिया खंडांत यार्कंद शहराच्या दक्षिणेस ६० मैलांवर कुगिअर [ज. ए. सो. बंगा. पु ६२, पा. ८] येथें व काशगार इत्यादि ठिकाणीं जीं पांचव्या शतकाच्या सुमारास भारतीय गुप्तलिपींत लिहिलेलीं कागदाचीं संस्कृत पुस्तकें सांपडलीं आहेत तीं हिंदुस्थानांतूनच तिकडे गेलीं असल्याचा संभव असल्यामुळें मुसुलमानांच्या आगमनापूर्वींहि हिंदुस्थानांत कागद तयार होत असले पाहिजेत असाहि संशय येतो. चिंध्यांपासून तयार केलेले इसवी सनाच्या दुसऱ्या शतकांतील जे कांहीं कागद चिनी तुर्कस्थानांत सांपडले आहेत त्यांच्या आधारावर, 'मोंगलांच्या' पूर्वींहि हिंदुस्थानांत कागदांचा प्रचार असावा पण त्यांचा उपयोग विस्तृत प्रमाणांत होत नसेल असें डॉ. बार्नेटनें म्हटलें आहे [बार्नेट, अँटिक्विटीज ऑफ इंडिया]. अशी एक सर्वसाधारण समजूत आहे कीं, चिनी लोकांनीं इ. स १०५ मध्यें प्रथम कागद तयार केला (बा. अँ. इं. पा. २२९-३०), परंतु ख्रिस्तपूर्व ३२७ च्या सुमारास आलेक्झांडरबरोबर हिंदुस्थानांत आलेल्या निआर्कस यानें हिंदू लोक रुई कुटून कागद तयार करतात अशी माहिती लिहून ठेविली आहे. यावर डॉ. बुह्लरनें अशी शंका घेतली आहे कीं, हा कागद म्हणजे 'रुईचा पट' असेल [बु. इं. पॅ. पा. ९८]. रुईचा कपडा अद्यापहि हिंदुस्थानांत बनविला जातो; पण तो रुई कुटून करीत नाहींत [भारतीय प्राचीनलिपिमाला पा. १४४]. मॅक्समुल्लरनें मात्र तितक्या प्राचीन काळींहि हिंदुस्थानांत कागद होत होते असाच निआर्कसच्या विधानाचा अर्थ केला आहे. चिंध्यापासून कागद तयार करण्याचे कारखाने हिंदुस्थानांत अद्यापहि आहेत; पण त्यापासून तयार केलेले कागद गुळगुळीत होत नसल्यानें त्यांवर पुस्तकें लिहिण्याची पक्की शाई फैलत असे. म्हणून त्यांनां गव्हाची अथवा तांदुळाची पातळ लई लावून व वाळून कोरडे झाल्यावर शंखासारख्या कांहीं तरी पदार्थानें घोटून ते गुळगुळीत व मऊ करीत [भा. प्रा. लि. पा. १४४]. इसवी सनाच्या चवदाव्या शतकापर्यंत देखील हीं पुस्तकें ताडपत्रांप्रमाणें मध्यें भोंक पाडून वांधीत असत असें अजमीरच्या कल्याणमल ढढ्ढा यांच्या येथें असलेल्या हस्तलिखितांच्या संग्रहांतील कांहीं पुस्तकांवरून दिसतें. चवदाव्या शतकानंतर लिहिल्या गेलेल्या अनेक पोथ्यांत सोंगट्यांच्या पटाच्या आकाराची जागा पत्राच्या मध्यभागीं मोकळी ठेवण्यांत येत असे. असलीं हस्तलिखितें ज्ञानकोशकारांच्या दृष्टीस पडलेलीं असून त्यांपैकीं कांहीं तर १८ व्या व १९ व्या शतकांतील आहेत.

प ट.—कापसाच्या कापडाचाहि हिंदुस्थानांत प्राचीन काळापासून लिहिण्याच्या कामाकडे थोडा थोडा उपयोग करण्यांत येत आहे. उपयोगांत आणण्यापूर्वी कापडास गव्हाची पातळ लई लावून, मग वाळल्यावर शंखादि पदार्थांनीं घोटून गुळगुळीत करीत असतात. उत्सवाच्या प्रसंगीं रंगित तांदुळाचीं जीं निरनिराळीं मंडलें काढावयाचीं असतात त्यांचे जैन मंदिरांत ठेविलेले रंगित नकाशे व ब्राह्मणांच्या घरीं सांपडणारे सर्वतोभद्र, लिंगतोभद्र इत्यादि मंडलांचें रंगित व मातृकास्थापन, ग्रहस्थापन इत्यादींचे साधे नकाशे अशाच पटावर काढलेले असतात. या नकाशांत प्रत्येक घरांतील देवतेचें नांव तिच्या घरांत शाईनें लिहिलेलें असतें. अद्यापहि राजपुतान्यांतील भडली किंवा गुरडे लोक अशाच एका लांबलचक पटावर पंचांग लिहून तें घरोघर सांगून उपजीविका करीत असतात. म्हैसूरकडील व्यापारी लोकांच्या वह्या चिंचेच्या बियांची लई लावून वर काळा रंग दिलेल्या कापडाच्या पानांच्या केलेल्या असतात; व त्यांवर लिहिण्याकरितां खडूचा उपयोग करण्यांत येतो. अशा प्रकारच्या पटांनां तिकडे 'कडितम्' असें नांव आहे. शृंगेरी मठांत [म्हैसूर संस्थानच्या 'आर्किऑलॉजिकल सर्व्हे'चा रिपोर्ट, इ. स. १९१६; पा. १८] जे शेंकडों 'कडितं' सांपडले आहेत, ते अजमासें दोनतीनशें वर्षांपूर्वीचे असून त्यांवर मठाचा हिशेब, शिलालेख, ताम्रपट इत्यादिकांच्या नकला व गुरुपरंपरा वगैरे माहिती लिहिलेली आहे. पाटण (अनहिलवाडा) येथील एका जैन ग्रंथसंग्रहालयांत १३ इंच लांब व ५इंच रुंद असें ९३ कापडी पानांचें 'श्रीप्रभसूरिरचित धर्मविधि' नामक एक पुस्तक असून त्यावर उदयसिंहाची टीका [पी. पिटर्सन याचा मुंबई इलाख्यांतील संस्कृत पुस्तकांच्या शोधाचा पांचवा अहवाल पा. ११३] आहे.

फ ल क.—दगडी पाटचा प्रचारांत येण्यापूर्वी हिंदुस्थानांत सर्वत्र फलकाचा म्हणजे लांकडाच्या फळीचाच उपयोग करण्यांत येत असे. बौध्दांच्या जातक ग्रंथांत जें समाजाचें चित्र आहे, त्यांतील फलकाच्या उल्लेखांवरून लहान मुलांच्या शिक्षणाकडे लांकडाच्या पाटीचा उपयोग हिंदुस्थानांत पुरातन काळापासून होत असावा असें दिसतें. ह्या पाटीवर विटकरीची वस्त्रगाळ भुकटी पसरून तिजवर लांकडाच्या कलमेनें लिहीत असत. खेड्यापाड्यांतून ही धूळपाटी अद्यापहि पहावयास मिळूं शकते. राजपुतान्यांतील व्यापारी लोक रोजच्या विक्रीचा हिशेब दिवसा अशाच प्रकारच्या पाटीवर लिहून ठेवून रात्रीच्या निवांत वेळीं तो वहीवर उतरतात. कांहीं कांहीं ज्योतिषी लोक अजूनहि जन्मपत्रिका वर्षफल वगैरेसंबंधीं गणित अगोदर अशाच प्रकारच्या पाटीवर करीत असतात.

जन्मसमयींची जन्मकुंडली व लग्नाच्या प्रसंगाची विवाह-कुंडली लांकडाच्या फळीवर गुलाल पसरूनच काढण्याची वहिवाट असते.

कौ शे य प ट.—सुती कापडाप्रमाणेंच रेशमी कपड्याचाहि लिहिण्याकरितां हिंदुस्थानांत प्राचीन काळीं उपयोग करीत होते असें दिसतें. कारण अलबेरुणीनें लिहून ठेविलें आहे कीं [एडवर्ड सॅचो अनुवादित 'अल्बेरुणीज इंडिया' पु. २ पा. ११], काबूलच्या हिंदु राजांची वंशावळी एका कौशेयपटावर शाईनें लिहिलेली नगरकोटच्या किल्ल्यांत आहे असें मी ऐकतों. जेसलमीरच्या 'वृहत् ज्ञानकोश' नामक एका जैन ग्रंथसंग्रहालयांत रेशमाच्या पटावर शाईनें लिहिलेली जैनसूत्रांची सूचि डॉ. बुहलर यानें तर स्वतः पाहिलीहि होती [बु. इं. पॅ. पा. ९३]. तथापि सुतापेक्षां रेशीम महाग पडत असल्यामुळें कौशेयपटाचा अशा कामीं क्वचित् प्रसंगींच उपयोग करीत असले पाहिजेत हें उघड आहे.

हिंदुस्थानांत ताडपत्र, भूर्जपत्र इत्यादि लेखनोपयुक्त नैसर्गिक वस्तूंची वाण पडणें शक्य नसल्यानें व मृगचर्माशिवाय इतर कोणतेंहि कातडें हिंदु लोक अपवित्र मानीत आले असल्यानें, अरब वगैरे आशियाच्या दुसऱ्या देशांतील लोकांप्रमाणें हिंदुस्थानांतील लोक चर्मपत्रांचा लिहिण्याच्या कामीं उपयोग करीत नसावे असें प्रथमदर्शनीं वाटतें. परंतु बौद्ध ग्रंथांत [कच्चायनची भूमिका पा. २७; बु. इं. पॅ. पा. ९५] चर्म लेखनसामुग्रींत गणलें असून वासवदत्तेमधील [हॉल संपादित वासवदत्ता, पा. १८२] सुबंधूच्या एका उत्प्रेक्षेवरूनहि त्याचा लिहिण्याकडे उपयोग होत होता असें दिसतें. चर्मपत्रावर लिहिलेला एकहि लेख हिंदुस्थानांत अद्याप सांपडला नाहीं तरी जेसलमीरच्या 'वृहत् ज्ञानकोश' जैन ग्रंथालयांत हस्तलिखित पुस्तकांवरोवर एक कोरें चर्मपत्र मात्र मिळालें आहे [बु. इं. पॅ. पा. ९५].

शि ला ले ख.—एखाद्या गोष्टीचें चिरकालीन स्मारक करून ठेवण्याकरितां लिहिलेले लेख बहुधा लहानमोठ्या दगडांवर, शिलास्तंभांवर, दगडाच्या पात्रांवर अथवा मूर्तींच्या आसनावर किंवा पाठीवर खोदविलेले असतात. हिंदुस्थानांत पूर्वी सबंध ग्रंथचे ग्रंथच दगडावर कोरविलेले असल्याचीं उदाहरणें सांपडलीं आहेत. उदाहरणार्थ, मेवाडांत विजोल्याच्या जैन मंदिराजवळील एका शिलेवर १२२६ मध्यें खोदविलेलें 'उन्नतशिखरपुराण' नामक दिगंबर जैन पुस्तक; अजमीरच्या राजपुताना म्यूझियममध्यें ठेविलेल्या, चव्हाण राजा विग्रहराज उर्फ वीसलदेवकृत हरकेली नाटक, सोमेश्वरकविरचित 'ललितविग्रहराजनाटक' व चव्हाणांचें एक ऐतिहासिक काव्य ह्या ग्रंथांच्या शिला; भोजरचित कूर्मशतक नामक दोन प्राकृत काव्यांच्या [ए. इं. पु. ८ पा. २४३–६०] व पारिजातमंजरी नाटिकेच्या [ए. इं. पु. ८, पा. १०१–१७] धार संस्थानांत मिळालेल्या शिला इत्यादि. हे लेख साध्या दगडांवरच कोरलेले असतात असें नाहीं. भट्टिप्रोळूच्या स्तूपांत स्फटिकासारख्या मूल्यवान् दगडाच्या तुकड्यावर कोरलेलाहि एक लहानसा लेख [ए.इं. पु. २, पा. ३२८ च्या जवळचा आकृतिपट] सांपडला आहे. आज उपलब्ध असलेले हिंदुस्थानांतील सर्वांत प्राचीन शिलालेख म्हटले म्हणजे ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांतील अशोकाच्या धर्माज्ञा होत. परंतु त्यांच्याहि अगोदरचे बडली व पिपरावा येथें दोन लेख सांपडले असून ते ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांतील असण्याचा संभव आहे. सर्वांत अलीकडील शिलालेख मराठींत आहे. तो तंजावर येथील कोंकणेश्वरच्या देवळांत आहे. त्यांत सबंध मराठी इतिहास थोडक्यांत म्हणजे ऐशीं पृष्ठें भरतील इतक्या विस्तारानें दिला आहे. हा लेख तंजावरचे वकील टी. सांबमूर्तिराव यांनीं छापून प्रसिद्ध केला आहे.

शिलालेख दोन प्रकारचे असूं शकतात. एक खोदलेल्या अक्षरांचा शिलालेख व दुसरा उटावदार अक्षरांचा शिलालेख. हिंदुस्थानांतील बहुतेक सर्व शिलालेख पहिल्याच प्रकारचे आहेत. मुसुलमानांचे अरबी किंवा फारशी लिपीचे शिलालेख दुसऱ्या प्रकारचे असतात. मुसुलमानांचें पाहून पुढें हिंदु लोकहि उठावदार अक्षरांचे शिलालेख करूं लागले. अशा प्रकारचा एक शिलालेख मथुरेच्या पदार्थसंग्रहालयांत आहे व दुसरा धोलपुरच्या राज्यांत वाडी येथें आहे. परंतु त्यांची संख्या हाताच्या बोटांवर मोजण्याइतकीहि निघेल किंवा नाहीं याची शंकाच आहे.

कोणताहि लेख कोरविण्यापूर्वी ज्यावर लेख खोदवावयाचा तो दगड टाकीनें सपाट करून घेतलेला असतो. नंतर सुवक्र अक्षर लिहिणाऱ्या माणसाकडून त्या दगडावर शाईनें लेख लिहून नंतर शिलावटाकडून तो खोदविण्यांत येत असतो. मंदिरावरील किंवा विहिरीवरील लेख बहुधा अगोदर वेगळ्या दगडावर खोदून मग ते दगड त्यांच्याकरितां राखून ठेविलेल्या जागेंत वसविण्यांत येत असत. अशा दगडांमध्यें चाऱ्ही बाजूंस सीमा सोडण्याचा प्रघात होता. कधीं कधीं ह्या सीमेच्या आंतील लेखाची जागा पाव इंचापासून एक इंचपर्यंत टाकीनें फोडून घेतलेली दृष्टीस पडते. लेखाच्या आरंभीं व शेवटीं मंगलसूचक स्वस्तिकासारखें एखादें चिन्ह किंवा 'सिद्धं' सारखा शब्द घातलेला सांपडतो. ओळींतील शब्द अलग अलग लिहिलेले नसतात; किंवा असले तरी त्या लिहिण्यास कांहीं निर्बंध नसतो. श्लोकार्ध दाखविण्याकरितां किंवा शब्द किंवा वाक्यें अलग तोडण्याकरितां एक, व श्लोकाची किंवा विषयाची समाप्ति सुचविण्याकरितां दोन उभ्या रेषा बहुधा काढण्यांत येत असत. नकशीदार अक्षर काढण्याच्या प्रवृत्तीचा विरामाच्या रेषांवरहि परिणाम होऊन कोठें उभ्या रेषेच्या जागीं अर्धवर्तुळ, कोठें तिच्या वरच्या भागांत बांक, तर कोठें तिच्यावर किंवा मध्यें लहान आडवी रेषा काढलेली सांपडते. कांहीं ठिकाणीं प्रत्येक ओळींत अर्धा किंवा एक श्लोक देखील

लिहिला असून, कोठें कोठें कवितावद्ध लेखांतं श्लोकांक दिले आहेत. लेखाच्या शेवटीं किंवा विषयसमाप्तीनंतर कोठें कोठें कमल, वर्तुळ किंवा दुसरें कांहीं तरी चिन्ह काढलेलें असतें. ओळींतील एखादें अक्षर चुकून राहून गेल्यास तें त्या ओळीच्या वर, खालीं किंवा लेखाच्या सीमेंत लिहीत. कधीं कधीं कोणत्या ठिकाणचें अक्षर राहून गेलें तें दाखविण्यासाठीं ज्यांनां काकपद किंवा हंसपद म्हणतात त्या चिन्हांचाहि उपयोग करीत. एखादें अक्षर, शब्द, काना, मात्रा चुकीनें जास्त काढली गेली तर, ती टाकी मारून काढून टाकीत; किंवा त्यावर एक किंवा अधिक उभ्या किंवा तिरकस लहान रेषा खोदीत असत. जे लेख काळजी-पूर्वक खोदविलेले असतात त्यांमध्यें एखाद्या ठिकाणीं टाकीनें दगडाचा तुकडा उडून गेला असल्यास तेथें दगडाच्या रंगाची मिश्र धातु भरून जागा पुन्हां सपाट केलेली असते. व तुकड्याबरोबर अक्षराचा अंश गेला असल्यास तो पुन्हां कोरविलेला असतो. कांहीं ठिकाणीं लेखाच्या शेवटीं तो केव्हां कोरला गेला त्याचें, किंवा ज्या स्थळास उद्देशून तो लेख लिहिला असेल तें केव्हां बनून तयार झालें त्याचें साल, ऋतु, मास, पक्ष, तिथि, वार वगैरे माहिती व लेख खोदविणाऱ्याचें व खोदणाऱ्याचें नांवहि दिलेलें आढळतें (भारतीय प्राचीन लिपिमाला पानें १४७-५०).

मृ त्ति का पा त्र.—बौद्ध लोक शिलांप्रमाणेंच विटांवर व मृत्तिकापात्रांवरहि आपलीं धर्मसंबंधीं सूत्रें खोदवून ठेवीत असत. मथुरेच्या पदार्थसंग्रहालयांत अजमासें ख्रिस्तपूर्व पहिल्या शतकांतील लिपीच्या अशा कित्येक विटा ठेविल्या आहेत. ह्या विटा पूर्वीं भिंतींत ओळीनें एकापुढें एक लाविलेल्या असतील.इसवी सनाच्या तिसऱ्याचौथ्या शतकांतील अशाच प्रकारच्या दुसऱ्या कांहीं विटा गोरखपूर जिल्ह्यांत गोपाळपूर गांवीं [एशिआटिक सोसायटी, बंगालचें प्रोसी-डिंग्ज इ. स. १८९६, पा. १००-१०३; डे. बु. इं. पा. १२२ जवळचा आकृतिपट] व नैनिताल जिल्ह्याच्या तराई परगण्यांत काशीपूरजवळील उज्जैन नांवाच्या किल्ल्यांत [६ डिसेंबर सन १९०१ चा पायोनिअरचा अंक] सांपडल्या आहेत. मृत्तिकापात्रावरील लेख दोन प्रकारचे असतात. यांतील पहिला प्रकार म्हटला म्हणजे खोदवि-लेल्या अक्षरांचे [इं. अँ. पु. १४, पा. ७५] मामूली लेख होत. परंतु मुद्रिकांचे ठसे उमटविलेले जे लेख [आ. स. रि. इ. स. १९०३-४, आकृतिपट ६०-६२] असतात त्यांतील अक्षरें उठावदार असतात. हे सर्व लेख विटा किंवा मृत्तिकापात्रें भट्टींत घालून भाजण्यापूर्वीच त्यांवर काढलेले असतात.

सु व र्ण प ट व रौ प्य प टः—सोनें चांदी ह्या मौल्य-वान् धातु असल्यामुळें लिहिण्याच्या कामीं त्यांचा उप-योग झाला तरी तो क्वचित् प्रसंगींच असला पाहिजे हें उघड आहे. बौद्धांच्या जातककथांमध्यें राजाज्ञा वगैरे कांहीं लेख सुवर्णपत्रावर कोरविले असल्याचे उल्लेख आहेत. परंतु आज उपलब्ध असलेले सुवर्णपत्रावर कोर-विलेले लेख म्हटले म्हणजे तक्षशिलेच्या गंगू नामक स्तूपांत सांपडलेला खरोष्ठी लेख [क. आ. स. रि. पु. २, पा. १३० व आकृतिपट ५९] व ब्रह्मदेशांतील प्रोम जिल्ह्याच्या ह्मज्वा गांवाजवळ मिळा-लेले इसवी सनाच्या चौथ्यापांचव्या शतकांतील ब्राह्मी लिपीच्या दक्षिण शैलीचे दोन लेख [ए. इं. पु. ५, पा. १०१ व त्याजवळचा आकृतिपट] होत. रौप्यपत्रावरील एक लेख भट्टिप्रोळूच्या स्तूपांतून [बु. इं. पॅ. पा. ९५] व दुसरा तक्षशिला येथें [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १९१४, पा. ९७५-७६ व इ. स. १९१५ पा. १९२ च्या समोरचा आकृतिपट] मिळालेला आहे. याशिवाय ' नमो-कार मंत्र ' व यंत्रें खोदलेले चांदीचे गट्टेहि जैन मंदिरांत पहावयास मिळतात.

पि त ळ, कां सें व लो खं ड :—ह्या धातूंच्या वस्तूंवरहि कोरविलेले जुने लेख सांपडतात. जैन मंदिरांत ज्या शेंकडों पितळेच्या लहान मोठ्या मूर्ती दृष्टीस पडतात, त्यांच्यापैकीं मोठ्या मूर्तींच्या बैठकींवर व छोट्या मूर्तींच्या पाठींवर लेख लिहिलेले असून ते इसवी सनाच्या ७ व्या शतकापासून १९ व्या शतकापर्यंतचे आहेत. ह्याशिवाय त्याच मंदिरांत पितळेच्या गोल गट्ट्यांवरहि ' नमोकार मंत्र ' व यंत्रें कोर-विलेलीं सांपडतात. भाविक लोक मंदिरांत कांशाच्या ज्या घंटा बांधतात त्यांवर देणाऱ्याचें नांव, देणगीचा शक वगैरे गोष्टी लिहिलेल्या असतात. दिल्ली येथील कुतुबमिनार जवळील चंद्र राजाचा पांचव्या शतकांतील लेख ज्या स्तंभावर आहे तो लोखंडाचा असून अबूच्या पहाडा-वरील अचलेश्वराच्या मंदिरांतल्या त्याच धातूच्या त्रिशूला-वर व चितोड वगैरे ठिकाणच्या लोखंडाच्या तोफांवरहि लेख कोरलेले आहेत.

ता म्र प टः—सर्व धातूंमध्यें तांबें ह्या धातूचाच हिंदु-स्थानांत लिहिण्याकडे सर्वांत अधिक उपयोग केला जात असे. भांड्यावर मालकाचें नांव खोदविण्याची रीति तर प्राचीन आहेच, पण मंदिर, मठ व ब्राह्मण किंवा साधू ह्यांनां गांव, शेतें, विहिरी वगैरे दान केल्याच्या सनदा तांब्याच्या पत्र्यावर खोदवून देण्याची वहिवाटहि प्राचीन काळीं सर्वसामान्य होती असें दिसतें. ह्या सनदांनां ताम्र-पत्र, ताम्रशासन किंवा शासनपत्र म्हणत असत. ताम्र-पटावर लिहिण्याचा प्रचार आज बराच कमी झाला आहे तरी तो अद्याप अगदींच बंद मात्र पडला नाहीं. कधीं कधीं राजाज्ञांकरितां [सोहगौराचे ताम्रलेख—ए. सो. बंगा. प्रोसिडिंग्ज इ. स. १८९४, आकृतिपट १], स्तूप, मठ वगैरे बांधविले जाण्यासंबंधींच्या लेखांकरितां [तक्षशिलेचा ताम्रपट—ए. इं. पु. ४, पा. ५५-५६] व जैनांच्या व ब्राह्मणांच्या यंत्रतंत्रांकरितांहि [उदाहरणार्थ, अजमीरच्या संभवनाथाच्या श्वेतांबरीय जैन मंदिरांतील ' बीसस्थानक

यंत्र] ताम्रपटाचाच उपयोग केलेला दृष्टीस पडतो. हे ताम्रपट त्रिकोणाकृति, चतुष्कोणाकृति किंवा वर्तुळाकार असून वाटेल तेवढ्या लहान मोठ्या आकाराचे असतात. अजमीरच्या 'राजपुताना म्यूझियम'मध्यें असलेल्या दानपत्रांपैकीं सर्वांत लहान पत्र ४॥ इंच लांब व ३ इंच रुंद असून त्याचें वजन १२ तोळे आहे; व सर्वांत मोठें २९॥ इंच लांब व १६ इंच रुंद असून त्याचें वजन अजमासें १९॥। शेर आहे. उत्तर हिंदुस्थानांत सांपडणारीं दानपत्रें बहुधा एक किंवा दोन पानांवरच खोदविलेलीं असतात; परंतु दक्षिणेंतील दानपत्रें यांहून अधिक पानांचीं असून लेडन युनिव्हर्सिटीच्या पदार्थसंग्रहालयांत ठेविलेल्या राजेंद्रचोल राजाच्या एका दानपत्रांत तर २१ पत्रें आहेत. [डॉ. बर्जेस संपादित 'तामिळ अँन्ड संस्कृत इन्स्क्रिप्शन्स, पानें २०६–१६]. एकाहून अधिक पानांच्या दानपत्रांत पहिलें व शेवटचें पान फक्त एका म्हणजे आंतल्या बाजूनेंच लिहिलेलें असतें. हीं दानपत्रांचीं पानें प्रत्येक पानास एक किंवा दोन भोंकें पाडून व त्यांतून कड्या घालून एका ठिकाणीं अडकविलेलीं असतात. ह्या कड्यांच्या सांध्यावर किंवा दानपत्रांतील पानावर राजमुद्रा ठोकून त्या झाळून बसविण्यांत येत. शिलालेखांप्रमाणें दानपत्रांतहि थोडी थोडी सीमा सोडलेली असते व जेथें लेख लिहावयाचा ती सीमेच्या आंतील जागा ठोकून सीमेचा भाग तिजहून अधिक उन्नत केलेला दृष्टीस पडतो. लिहितांना एखादें अक्षर चुकून पडलें तर ती जागा ह्यातोडीनें ठोकून सपाट करून तिजवर दुसरें अक्षर काढण्यांत येत असे. कांहीं दानपत्रांतील अक्षरें रेषायुक्त असतात तर दुसऱ्या कित्येक दानपत्रांत तीं केवळ टिंबयुक्तच असतात. ताम्रपट खोदणारा सोनार अडाणी असला ह्मणजेच बहुधा त्याला टिंबयुक्त अक्षरें कोरण्याची पाळी येते. असल्या ताम्रपटांवर केवळ दानपत्रें व शासनपत्रेंच नव्हे, तर सबंध ग्रंथचे ग्रंथहि लिहून ठेविल्याचीं उदाहरणें हिंदुस्थानांत पहावयास मिळतात. मद्रास इलाख्यांत त्रिपति येथें तांब्याच्या पत्र्यांवर कोरविलेलीं तेलगू पुस्तकें [बर्नेल; सा. इं. पॅ. पा. ८६.] सांपडलीं आहेत. हुएन्त्संगच्या लिहिण्यावरून असें समजतें कीं, काश्मीर येथें भरलेल्या बौद्धसंगीतीनें तयार केलेल्या उपदेशशास्त्र, विनयविभाषाशास्त्र व अभिधर्मविभाषाशास्त्र नांवाच्या लक्ष लक्ष श्लोकांच्या टीका कनिष्क राजानें ताम्रपटांवर खोदवून ते एका दगडाच्या पेटींत ठेवून तिजवर स्तूप बांधविला होता [बील; बु. रे. वे. व. पु. १ पा. १५५. हुएन्त्संगच्या हिंदुस्थानांतील प्रवासावर टॉमस वॉटर्सनें लिहिलेलें पुस्तक, भाग १ पान २७१]. असेंहि म्हणतात कीं, सायणानें केलेले वेदांवरील भाष्यहिं ताम्रपटांवरच खोदून ठेविलें होतें [मॅक्समुल्लर संपादित ऋग्वेद पु. १ पा. १७].

शाई:—प्राचीन काळीं हिंदुस्थानांत कागदावर लिहिण्याकरितां काळी, लाल, हिरवी, पिंवळी सोनेरी किंवा रुपेरी शाई वापरीत असत. ह्या सर्व प्रकारच्या शायांमध्यें काळ्या शाईचाच व्यवहारांत सर्वांत अधिक उपयोग होत असे. काळ्या शाईंत कच्ची व पक्की असे दोन प्रकार होते. व्यापारी लोक आपल्या जमाखर्चाच्या वह्या कच्च्या शाईनेंच लिहित असत. ही शाई काथ, बीजाबोर [?] गोंद व तिळाच्या तेलाचें काजळ एकत्र करून बनविण्यांत येत असे. परंतु तिनें लिहिलेल्या पुस्तकांवर पाणी पडतांच ती शाई पसरत असल्यामुळें व पावसाळ्यांत त्यांचीं पानें एकमेकांस चिकटून जात असल्यामुळें ग्रंथ लिहिण्यास ती निरुपयोगी होती. म्हणून त्या कामाकरितां मुद्दाम पक्की शाईच तयार करीत असत. ही शाई बनविण्याची रीति अशी होती कीं, प्रथम पिंपळाच्या लाखेची बारीक भुकटी पाण्यांत घालून एका मडक्यामध्यें तें पाणी चुलीवर ठेवीत व त्यांत सुहागी (टाकणखार) व लोध्र बारीक करून टाकीत. उकळतां उकळतां त्या पाण्यानें कागदावर चांगली लाल रेषा उमटूं लागली कीं शिरें तयार झालें असें समजून कापडाच्या एका पुरचुंडींत काजळ बांधून उत्तम काळी शाई होईपावेतों तें त्या शिऱ्यांत घोटण्यांत येई. राजपुतान्यामध्यें आजहि अशाच रीतीनें पक्की काळी शाई तयार करीत असतात. ताडपत्रावरील पुस्तकेंहि याच शाईनें लिहिलीं जात असण्याचा संभव आहे. भूर्जपत्रांवर लिहिण्याची शाई मात्र बदामाच्या सालीचे कोळसे गोमूत्रांत उगाळून बनविली जात असे [बुहलरचा काश्मीर वगैरे ठिकाणच्या पुस्तकांचा रिपोर्ट, पा. ३०]. भूर्जपत्रें उष्ण हवेंत लवकर खराब होतात; परंतु पाण्यामध्यें कांहीं वेळ पडलीं राहिलीं तर तीं बिघडत नाहींत. बदामाच्या शाईचा असा गुण आहे कीं, तिचीं अक्षरें भूर्जपत्र पाण्यांत ठेविल्यानें खराब तर होत नाहींतच पण तें मळलें असलें तर मळ साफ धुवून जाऊन अक्षरें स्पष्ट दिसूं लागतात.

राहिलेल्या शायांपैकीं लाल शाईचा उपयोग त्यांतल्या त्यांत अधिक होत असे. ही शाई अळता किंवा हिंगूळ गोंदाच्या पाण्यांत उगाळून तयार केली जाते. वेदांच्या हस्तलिखित पोथ्यांत स्वरांचीं चिन्हें काढण्याकरितां, प्रत्येक पानांतील दोन्ही बाजूंच्या सीमेच्या उभ्या रेषा ओढण्याकरितां, अध्यायसमाप्तीचीं व श्रीभगवानुवाच, ऋषिरुवाच वगैरे वाक्यें लिहिण्याकरितां आणि विराम चिन्हांच्या लहान लहान उभ्या रेषा व वर्षफल, जन्मपत्रिका वगैरेमधील कुंडल्या काढण्याकरितां ह्या शाईचा उपयोग करतात. हिरवी शाई हिरव्या रंगापासून व पिंवळी शाई हरताळापासून बनविली जात असे. अध्यायसमाप्तीच्या वाक्यांत व जैन ग्रंथांत ह्या रंगित शायांचा उपयोग केलेला सांपडतो. यांतील पिंवळ्या रंगाचा विशेषेंकरून अक्षरें खोडण्याकडे उपयोग केला जात असे. जीं अक्षरें नको असतील त्यांवर एक तर हरताळ फिरवून देत, त्या अक्षरांभोंवतीं शाईचें कुंडल काढीत

किंवा त्यांवर उभ्या रेषा ओढीत. गोंदाच्या पाण्यांत सोन्याचा वर्ख घोटून सोनेरी, व रुप्याचा वर्ख घोटून रुपेरी शाई वनविली जात असे. ह्या शायांचा श्रीमंत लोक पुस्तकें लिहिण्याकडे [अजमीरचे शेट कल्याणमल ढड्डा यांच्या ग्रंथसंग्रहांत वर्खाच्या शाईनें लिहिलेलीं पुस्तकें आहेत] व चित्रकार चित्रें काढण्याकडे उपयोग करीत असत. ह्या शायांनीं लिहिण्यापूर्वी पानें पांढरीं असल्यास त्यांनां अगोदर लाल किंवा काळा रंग देत. या पानांवर सोनेरी किंवा रुपेरी शाईनें लिहून अक्षरें कवडी सारख्या पदार्थानें घोटलीं म्हणजे तीं चमकावयास लागत.

लेखणी, परकार, रेखापाटी व कांबीः—शाई व ताडपत्र, भूर्जपत्र वगैरे कागदाच्या कोटींतील वस्तू यांच्या शिवाय लेखणी, परकार, रेखापाटी व कांबी ह्या आणखी चार साधनांचा हिंदुस्थानांतील प्राचीन काळच्या ग्रंथलेखनामध्यें उपयोग होत असे. यांपैकीं लेखणी ही तर लेखनसामुग्रींतील एक अवश्य वस्तूच आहे. धूळपाटीवर लिहिण्याकरितां लांकडाची लेखणी वापरीत असत; कागदावर किंवा पटावर शाईनें लिहिण्यासाठीं वोरूची किंवा बांसाची लेखणी करीत; व ताडपत्रावरील लेख लिहिण्यास एक प्रकारच्या लोखंडाच्या लेखणीचा (म्हणजे शलाकेचा) उपयोग करीत. कमल, कुंडली इत्यादि आकृती काढण्यासाठीं जे निर-निराळ्या प्रकारचे लोखंडाचे सांचे वापरीत असत त्यांस परकार असें नांव होतें. रेखापाटी ही एक लांकडाची पातळ पाटी असून तिजवर सारख्या अंतरावर दोरे आवळलेले असत. ज्या कागदावर कांहीं लिहावयाचें असे तो ह्या पाटीवर ठेवून चांगला दावला म्हणजे त्यावर समांतर रेषांच्या खुणा पडत. याच रीतीनें दोन ओळींच्या मध्यें आणखी खुणा पाडून प्रत्येक मोठ्या घराची दोन पोटघरें करण्यांत येत होतीं. यांपैकीं वरील पोटघराच्या दोन ओळींत लिहित गेलें म्हणजे ओळी सरळ व समांतर येत व अक्षरें लहानमोठीं निघत नसत. कांबी ही एक लांकडाची पातळ पट्टी असून तिचा उपयोग रेघाटण्याच्या कामीं रुळाप्रमाणें करण्यांत येई.

लेखनपद्धतीच्या इतिहासांत पुढें दिलेल्या विकासावस्था दृष्टीस पडतात.

(१) चित्र, स्मारकचिन्हें इत्यादि, (विचारलेखन).

(२) चित्रोत्पन्न लिपि, चित्रस्वरूपी, (उच्चारलेखन).

(३) चित्रोत्पन्न मातृकालिपि (उच्चारपृथक्करण आणि उच्चारलेखन).

(४) निरनिराळ्या भाषांस विशिष्ट लिपिपद्धतीची योजना व त्यायोगें विशिष्ट लिपीचे झालेले उपभेद.

लिपि भाषेस दृष्टिगोचर करिते, श्रुतिगोचर करीत नाहीं. श्रुतिगोचर करण्याची क्रिया "नादलेखका"चें विवेचन करतांना दिली आहे. याशिवाय लिपींच्या इतिहासामध्यें लघुलेखन, मुद्रण इत्यादि प्रयोजनांमुळें अनेक निरनिराळे प्रकार उत्पन्न होतात (लघुलेखन व मुद्रण पहा). लघुलेखनाच्या प्रयोजनामुळें आणि छापण्याच्या हेतूमुळें इंग्रजींत लिहिण्याची लिपि आणि छापण्याची लिपि असें द्वैत झालें. मराठींत कांहीं अंशीं तेंच द्वैत मोडी व बाळबोध यांमध्यें आहे. बाळबोधीचें स्वरूप मुद्रणाच्या सोईसाठीं वदलण्याची खटपट पुष्कळ चालू आहे. या खटपटींत भाऊशास्त्री लेले, बाळ गंगाधर टिळक, वैद्यबंधू मुंबई इत्यादि मंडळींनीं थोडाबहुत भाग घेतला आहे. वोलण्यामुळें हवेंत उत्पन्न होणाऱ्या लहरींचे लेख घेण्याची जी कृति निघाली आहे तिजवरून जगांतील अस्तित्वांत असलेल्या सर्व लिपींस दूर टाकून स्वाभाविक सर्वजनमान्य लिपि उत्पन्न करावी अशीहि खटपट चालू आहे. एतद्विषयक काम जगदीशचंद्र वोस यांनींहि थोडेंसें केलें आहे.

प्रकरण ३ रें.

प्राथमिक ज्ञानाची उत्पत्ति—संख्यालेखन.

दशकपद्धतीच्या संख्यालेखनाचा आस्तेकदम विकास.— आज गणितशास्त्रांत जी एवढी प्रगति झाली आहे, तिच्या मुळाशीं असलेली नऊ अंक व शून्याचें चिन्ह यांवर वसविलेली दशमानात्मक संख्यालेखनपद्धति एकदम अस्तित्वांत आली नसून, प्राथमिक अंकांत व संख्यालेखनपद्धतींत सुधारणा होत होत कालांतरानेंच ती हल्लींच्या परिणतावस्थेस पोंचली असली पाहिजे हें उघड आहे. व्यवहारांत हिशेब करण्यास अडचण पडूं लागल्यामुळें मनुष्यास प्रथम अंक व नंतर साधारण मोठ्या संख्या लिहिण्याकरितां एखादी सोईची संख्यालेखनपद्धति तयार करण्याची अवश्यकता भासूं लागली असावी. हिशेबाच्या निरनिराळ्या पद्धती व तदनुषंगिक अंकपाठ मूलतः आपल्या हाताकडे पाहून मनुष्यास सुचले असावे, ह्या सार्वत्रिक कल्पनेच्या पुष्ट्यर्थ 'अर्वाचीन संख्यांकांची पूर्वपीठिका' नामक आपल्या ग्रंथांत वेली साहेबांनीं जें विवेचन केलें आहे त्याचा व इतर साहित्याचा उपयोग करून आम्ही पुढील माहिती देत आहों.

हाताचीं बोटें व अंकपद्धति.— हाताच्या बोटांचा उपयोग आजहि हिशेव करण्याच्या कामीं सर्वत्र केला जात असल्यामुळें, हाताच्या बोटांचा असला उपयोग करतां करतांच पूर्वकाळीं कोणीं त्रिमान तर कोणीं चतुर्मान, कोणीं पंचमान तर कोणीं दशमान, वगैरे गणनापद्धती वसविल्या असा तर्क केल्यास तो फारसा चुकण्याचा संभव नाहीं.

तीनपर्यंत मोजण्याची शक्ति.— 'संस्कृत भाषेचा उलगडा' या आपल्या ग्रंथांत रा. विश्वनाथपंत राजवाडे म्हणतात कीं, संस्कृतामध्यें एकवचन, द्विवचन व बहुवचन हीं तीन वचनें व त्यांस असलेले प्रत्यय हे प्राचीन काळीं आपल्या पूर्वजांनां केवळ तीनच आंकडे मोजतां येत होते अशा परिस्थितीचीं स्मारकें आहेत. अंदमानांतील कांहीं जातींनां ३ पलीकडे मोजतां येत नाहीं; व असें मानण्यास जागा आहे कीं, आज जे सुधारणेच्या शिखरास

गेलेले आहेत त्यांचे पूर्वज एके काळीं अंदमानांतील वर सांगितलेल्या लोकांइतकेच हिशेब करण्यांत कुशल असत. आपल्या बोटांनां प्रत्येकीं तीन पेरीं आहेत यावरून तीनच्या गटांनीं हिशेब करण्याची पद्धति सुचली असावी; अंगठा सोडून चार बोटांवर हिशेब करणारांनीं चतुर्मानपद्धति काढली; चार बोटें व त्या प्रत्येकाचीं तीन पेरीं या सर्वांचा उपयोग करणें ज्यांनां सुचलें त्यांनीं द्वादशमान पद्धति उदयास आणली; एका हाताच्या सर्व बोटांचा उपयोग करणारांनां पंचमानपद्धति सुचली व दोन्हीं हातांच्या बोटांचा एकदम उपयोग करणाऱ्यांनां दशमानपद्धति सुचली; इत्यादि तर्क करणें धाडसाचें आहे असें वेली साहेबांनां वाटत नाहीं. हिशेब करण्याकडे हाताचा उपयोग करण्याची वहिवाट फार प्राचीन व सार्वत्रिक असल्यावद्दलचा पुरावा पुष्कळ मिळतो. इजिप्शियन चित्रलिपींत लांबीचीं मापें हात व हाताचीं बोटें यांच्या चित्रांनींच दाखवीत. तुरेनियन जातीच्या पुष्कळ भाषांत 'अनामिका' अशा अर्थाचें नांव संस्कृत अनामिका शब्दानें दाखविल्या जाणाऱ्या बोटाला दिलेलें आढळतें. विवक्षित बोटालाच 'अनामिका' नांव कां पडलें हें सांगणें जरी कठिण आहे तरी असें असण्याचा संभव आहे कीं, हिंदूंच्या व जुन्या अंकपाठांत नऊ अंकांचें गट असल्यामुळें नऊ अंक मोजण्याला जरूर अशा नऊ बोटांचा उपयोग हिशेबांत करून जें एक बोट मोकळें सोडीत त्याला अनामिका हें नांव पडलें असावें. अशा तऱ्हेच्या स्पष्टीकरणास अडचण अशी कीं, नऊ अंक मोजून स्वाभाविकपणें वगळलें जाणारें बोट करंगळीजवळचें असूं शकणार नाहीं. एकतर करंगळी शिल्लक राहील, किंवा अंगठा शिल्लक राहील, असो. अनामिका शब्दाची उपपत्ति जरी सोडून दिली तरी बोटें व मोजणें यांचा संबंध निकट आहे हें खास. चिनी लोक एका हाताच्या पांच बोटांचा उपयोग करून ९९,९९९ पर्यंत हिशेब करतात. ही हिशेब करण्याची रीत अशी आहे कीं, करंगळीवर ९ पर्यंत मोजावयाचें; १० ते ९० अनामिकेवर, १०० ते ९०० मधल्या बोटावर, १००० ते ९००० तर्जनीवर व १०,००० ते ९०,००० अंगठ्यावर. पुढें उलट क्रमानें करंगळी-पर्यंत आलें म्हणजे ९९,९९९ होतात. पाठ व दोन बाजू यांच्या योगानें चिनी लोक प्रत्येक बोटाच्या तीन बाजू कल्पून बोटाच्या पेऱ्यांनीं या प्रत्येक बाजूचे पुन्हां तीन भाग करतात, व ह्या नऊ भागांचा १ ते ९,१०ते ९० वगैरे संख्या दाखविण्याकडे उपयोग करतात. मोजावयास आरंभ करं-गळीच्या बाहेरच्या बाजूकडून वरच्या पेऱ्यापासून व शेवट करंगळीच्या आंतल्या बाजूस खालच्या पेऱ्यांत करून याच क्रमानें पुढें १० ते ९०, १०० ते ९०० वगैरे इतर बोटांवर मोजण्याची त्यांची वहिवाट आहे. हिंदुस्थानांतील व्यापारी लोक आपसांमध्यें जिन्नसांचे भाव ठरवितात ते एकमेकांचे हात पांघरुणाखालीं धरून व परस्परांच्या हातांवर बोटांनीं संकेत करून ठरवितात हें प्रसिद्धच आहे. बीड नांवाचा प्राचीन इंग्रज इतिहासकार अशाच प्रकारच्या हिशेबाच्या कामीं बोटांचा उपयोग करण्याच्या तत्कालीन पद्धतीसंबंधानें लिहितांना ती फार पुरातन काळापासून चालत आली आहे असें म्हणतो. ख्रिस्ती शकाच्या आठव्या शतकांतल्या स्मर्ना येथील निकोलस न्हाब्डा यानें ज्या पद्धतीचें वर्णन केलें आहे तिनें दहा हजारांच्या खालच्या सर्व संख्या दोन्ही हातांच्या बोटांवर व्यक्त करतां येत होत्या. ह्या पद्धतीमध्यें डावा तळहात उघडा करून त्याची करंगळी, अनामिका व मध्यमा यांपैकीं एक किंवा अधिक बोटें ताठ ठेवून, अर्धी मिटून किंवा पूर्ण मिटून नऊपर्यंत अंक मोजीत असत. राहिलेल्या दोन बोटांनां निरनिराळ्या स्थितींत ठेवून त्यांचा दहापासून नव्वदपर्यंत दशकाचे नऊ अंक दाखविण्याकडे उपयोग करीत. उदाहरणार्थ, अंगठा व तर्जनी यांचीं टोंकें एकमेकांस लावून तीं बोटें ताठ केलीं कीं तीस व अंगठा वांकवून त्याच्या पुढच्या पेऱ्याच्या पाठीजवळ तर्जनीचें टोंक आणलें कीं पन्नास व्यक्त केले जात. उजव्या हाताच्या याच बोटांचा शतकाचे नऊ अंक दाखविण्यासाठीं अशाच रीतीनें उपयोग केला जाई; व उजव्या हातावर एकंच्या अंकांच्या खुणा केल्या असतां सहस्राचे अंक व्यक्त होत. हिशेबाच्या कामीं हाताचा उपयोग करण्याची वहिवाट येणेंप्रमाणें फार पुरातन असल्यानें दशमानादि सर्व गणनपद्धती त्यांच्या रचनाकारांनां हातावरूनच सुचल्या असाव्या असें मानण्यास बराच आधार आहे. तथापि इजिप्शियन लोकांत जी पंचमानपद्धति प्रचलित होती ती त्या वेळीं माहीत असलेल्या पांच ग्रहांच्या ग्रहमालेवरून त्यांनां सुचली असावी हा व असल्याच प्रकारचे दुसरे जे कांहीं तर्क संशोधकांनीं केले आहेत तेहि खरे असण्याचा संभव आहे असें वेली साहेबांनां वाटतें.

प्राचीन शैलीचे अंक.—अंक म्हणजे संख्यादर्शक दृश्य चिन्हें अशी जर आपण त्या शब्दाची व्याख्या केली, तर हाताचीं बोटें हेच वस्तुतः पुरातन काळांतील अंक होते असें आपणांस म्हटलें पाहिजे. संख्या दर्शविण्याकरितां व हिशेब करण्याकरितां दृश्य चिन्हांचा उपयोग केवळ लेखन-कलेहूनच नव्हे, तर दशमानात्मक संख्यावाचक परिभाषेहूनहि अधिक प्राचीन आहे. तात्पुरत्या हिशेबासाठीं हाताचीं बोटें अंकांचें कार्य करीत; परंतु संख्यांची कायमची नोंद करून ठेवण्याची जेव्हां गरज पडूं लागली, तेव्हां अंकांसाठीं कांहीं तरी लिखित चिन्हांची अवश्यकता भासूं लागली. अशा स्थितींत एक ही संख्या दर्शविण्याकरितां एक रेघ काढावी असें आपल्या पूर्वजांस सकृद्दर्शनीं सुचलें अस-ल्यास त्यांत नवल नाहीं. इजिप्तमधील चित्रलिपींत एकपासून नऊपावेतोंचे अंक अनुक्रमें एक ते नऊ उभ्या रेषा काढून दाखवीत असत. दहा, शंभर व हजार ह्या संख्यांकरितां निराळीं चिन्हें असून लक्षाकरितां बेडकाचें व दहा लाखा-

करितां आश्चर्यानें बाहू पसरलेल्या माणसाचें चित्र काढीत असत. चित्रलिपीपासून निघालेल्या फिनीशियन लिपींत विसाकरितां आणखी एक निराळें चिन्ह होतें. परंतु चित्रलिपीच्या हिअरेटिक म्हणजे पुरोहिती (ही मिसरदेशीय पुरोहितांची लिपि असावी असा आरंभीं चुकीचा समज झाल्यामुळें तिला हिअरेटिक हें चुकीचें नांव पडलें आहे) रूपांत पांचापासून नवापावेतोंच्या अंकांस व दहा, वीस, तीस इत्यादि नव्वदपावेतोंच्या सर्वच दशकांस अलग अलग चिन्हें होतीं. दोन, तीन व चार ह्या संख्यांच्या प्राचीन रूपांत एवढाच सुधारणा करण्यांत आली कीं, पूर्वी त्यांतील रेषा अलग अलग काढीत असत, त्या आतां कलम न उचलतां एकमेकीस जोडून काढूं लागले. फिनीशियन अंकांपासूनच पुढें पाल्मीरियन व सिरिअक अंकांची उत्पत्ति झाली व चित्रलिपीच्या पुरोहिती अंकांपासून डेमोटिक अंक निघाले. डेमोटिक लिपि व तिचे अंक यांची उत्पत्ति प्राचीन मिसर देशाच्या २५व्या राजवंशापावेतों म्हणजे ख्रि. पू. ७१५ ते ६५६ सालापावेतों आपणांस नेतां येते. परंतु इजिप्शियन लोकांनीं चित्रलिपींतील आपल्या जुन्या ओबडधोबड अंकांपासून पुरोहिती अंक केव्हां तयार केले व ह्या पुरोहिती अंकांपासून डेमोटिक अंक केव्हां निघाले याचा पत्ता लागत नाहीं. तथापि पुरोहिती व डेमोटिक अंकांत विशेष फरक नसल्यामुळें त्यांच्या काळांत फारच थोडें अंतर असलें पाहिजे हें खास. पाल्मीरियन व सिरिअक अंकतर जवळ जवळ चित्रलिपींतील अंकांइतक्याच प्राथमिकावस्थेंत दृष्टीस पडतात.

भारतीय अंक.—सध्यां उपलब्ध असलेले हिंदुस्थानांतील सर्वांत प्राचीन अंक म्हटले म्हणजे अशोकाच्या व नानाघाटच्या लेखांतील अजमासें ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांतील अंक होत. यांपैकीं अशोकाच्या लेखांत दोनशेंकरितां तीन अलग अलग चिन्हें सांपडत असल्यामुळें, अंकांकरितां लिखित चिन्हें वापरण्याची रीति हिंदुस्थानांत अशोकाच्याहि कित्येक शतकें अगोदरपासून प्रचलित असली पाहिजे असें बुह्लरचं मत आहे. ह्या प्राचीन हिंदी अंकपाठांत, एक, दोन व तीन ह्या संख्यांकरितां अनुक्रमें एक दोन व तीन आडव्या रेषा असून चारापासून नवापावेतोंच्या सहा अंकांकरितां सहा चिन्हें, दहा ते नव्वद पावेतोंच्या दशकाच्या आंकड्यांकरितां नऊ चिन्हें व शंभर व हजार यांकरितां एक एक चिन्ह, अशीं एकंदर १८ अलग अलग चिन्हें अथवा अंक होते. ह्यांशिवाय आणखी एक प्राचीन अंकपाठ बाबिलोनियन शिलालेखांत दृष्टीस पडतो. यांत एक, दहा व शंभर यांकरितां I,<,I- अशीं तीन निरनिराळीं चिन्हें असून, तींच पुन्हां पुन्हां लिहून ह्या शिलालेखांतील सर्व संख्या तयार केल्या आहेत. या अंकपाठांतील लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हटली म्हणजे, लहान अंक मोठ्या अंकाच्या उजव्या बाजूस लिहिला असतां तो तेवढी अधिक संख्या दर्शवितो, पण डाव्या बाजूस लिहिला तर तो मोठ्या अंकाच्या पटीचा निदर्शक होतो (उदाहरणार्थ, I-< = ११०पण <I- = १०००). पुढें दिलेल्या आकृतिपटांत इजिप्शियन चित्रलिपीचे पुरोहिती, डेमोटिक, फिनीशियन, पाल्मीरियन, सिरिअक, अशोककालीन व नानाघाटी अंक दिले आहेत त्यांवरून प्राचीन काळांतील निरनिराळे अंकपाठ व संख्यालेखनपद्धती कशा होत्या तें ध्यानांत येईल.

ख्रिस्ती शकापूर्वींच्या इजिप्शियन व हिंदी अंकांची तुलना.—इजिप्शियन लोकांचे सुधारलेले पुरोहिती अंक व प्राचीन हिंदी अंक यांची तुलना केली असतां असें आढळून येईल कीं (१) दोन्हींहि अंकपाठांत पहिले तीन अंक रेषांनींच दर्शविलेले आहेत; (२) दोहोंतील अंकांची—म्हणजे संख्यावाचक पृथक् दृश्य चिन्हांची—संख्या वस्तुतः सारखीच असून, ज्या संख्येकरितां पुरोहिती अंकपाठांत निराळें चिन्ह आहे त्याच संख्येकरितां हिंदी अंकपाठांतहि बहुधा निराळी आकृति दृष्टीस पडते; (३) आणि दोनशें तीनशें इत्यादि शंभराच्या पटी दाखविणाऱ्या शतकाच्या आंकड्यांकरितां व दोन हजार, तीन हजार इत्यादि हजाराच्या पटी दाखविणाऱ्या सहस्राच्या आंकड्यांकरितां, दोहोंतहि निराळीं चिन्हें न योजितां पटदर्शक चिन्हेंच शंभराच्या किंवा हजाराच्या अंकास जोडून कार्य साधिलेलें आहे. परंतु ह्या तीन गोष्टी सोडून दिल्या तर आपणांस इजिप्शियन व भारतीय अंकपाठांत कोठेंहि सादृश्य आढळून येत नाहीं. पहिल्या तीन अंकांकरितां दोहोंतहि रेषाच आहेत, तरी एकांत त्या आडव्या तर दुसऱ्यांत उभ्या आहेत. शिवाय ह्या तीन अंकांच्या इजिप्शियन आकृती किंचित् परिणतावस्थेंत दिसतात, तर भारतीय अंकांत त्यांचें अद्याप परिवर्तन व्हावयाचें आहे. चाराकरितां इजिप्शियन लोकांनीं मूळची रेषायुक्त आकृतीच कायम ठेविली आहे; पण हिंदुस्थानांत त्या संख्येकरितां निराळी आकृति सांपडते. राहिलेल्या अंकांमध्यें नऊ खेरीज करून दुसऱ्या कोणत्याहि हिंदी अंकाचें तीच संख्या दर्शविणाऱ्या इजिप्शियन अंकाशीं सादृश्य दिसून येत नाहीं. शतकांच्या व सहस्रकांच्या आंकड्यांत पटी दाखविणारीं चिन्हेंहि दोन्ही अंकपाठांत सारखीं नाहींत. हिंदुस्थानांत दोनशेंकरितां व तीनशेंकरितां शंभराच्या अंकास व दोन हजारांकरितां व तीन हजारांकरितां सहस्राच्या अंकास उजव्या बाजूस अनुक्रमें एक व दोन आडव्या रेषा काढण्याचा प्रघात होता. परंतु चारशेंपासून नऊशेंपावेतों शतकांचे आंकडे व चार हजारांपासून नऊ हजारांपावेतों सहस्रकांचे आंकडे शंभराच्या व हजाराच्या अंकांस अनुक्रमें चारपासून नऊपावेतोंचे अंक जोडूनच सिद्ध करीत असत. इकडे इजिप्तमध्यें दोनशें व तीनशें हे आंकडे त्या त्या हिंदी आंकड्याप्रमाणें शंभराच्या अंकास अनुक्रमें एक व दोन रेषा जोडूनच तयार करीत; पण ह्या रेषा उभ्या असून त्या डाव्या बाजूस लाविल्या जात. चारशेंकरितां शंभराच्या अंकास हिंदी पद्धतीप्रमाणें चाराचा अंक न जोडतां त्या अंकाच्या

वर डाव्या बाजूस तीन रेषा काढीत असत. सहस्रकांचे आंकडे बनविण्यांत याहूनहि अधिक भिन्नता दिसून येते. कारण दोन हजारांपासून चार हजारांपावेतोंचे आंकडे सहस्राच्या अंकावर अनुक्रमें दोन ते चार उभ्या रेषा काढून तयार केलेले आढळून येतात. इजिप्शियन अंक उजवीकडून डावीकडे लिहीत जाण्याची वहिवाट होती, ह्मणजे १९ ही संख्या काढण्याकरितां दहाच्या अंकाच्या डाव्या बाजूस नवाचा अंक लिहीत असत. हिंदुस्थानांतील संख्यालेखन-पद्धतींत ह्याच्या उलट प्रकार दृष्टीस पडतो. अशोककालीन व नानाघाटच्या शिलालेखांत ह्या विधानाच्या पुष्ट्यर्थ प्रत्यक्ष असा कांहींच पुरावा सांपडत नाहीं, तरी पटींचें चिन्ह जोडण्याच्या तत्कालीन रीतीवरून व नंतरच्या दानपत्रांत व शिलालेखांत ज्या संख्या सांपडतात त्यांवरून त्या काळीं मिश्र संख्येंत मोठ्या अंकाच्या उजव्या बाजूस लहान अंक लिहीत असले पाहिजेत असें अनुमान काढतां येतें.

इजिप्शियन व हिंदी अंकपाठाच्या जन्यजनक-भावासंबंधीं विचार.—प्राचीन इजिप्शियन व हिंदी अंकपाठांत जी थोडीबहुत साम्यता दिसून येते तिच्यावरून ह्या दोन्ही देशांतील अंकांत कांहीं तरी परस्परसंबंध असला पाहिजे अशी साहजिकच शंका येते. प्राचीन काळीं हिंदुस्थानांत तयार झालेल्या ऐषआरामाच्या वस्तू इजिप्तच्या बाजारांत विक्रीस जात असत असा कांहीं पुरावा सांपडत असल्यामुळें ही शंका अगदींच निराधार आहे असें म्हणतां येत नाहीं. व्यवहाराबरोबर हिशेब येतो, हिशेबाबरोबर रुजुवात येते आणि रुजुवातीबरोबर एकमेकांस समजेल अशा व्यवहारपद्धतीची उत्पत्ति होते. बर्नेलच्या मतें हिंदी लोकांनीं इजिप्तच्या डेमोटिक अंकपाठांतून आपले अंक घेतले असून हिंदुस्थानांत आल्यावर पुढें ते अंक विकास पावले. ई. सी. बेली यानें 'अर्वाचीन अंकांची पूर्वपीठिका' नामक आपल्या ग्रंथांत भारतीय अंकपाठ इजिप्तच्या चित्रलिपीपासून निघाला आहे असें सिद्ध करण्याचा प्रयत्न केला असून, बहुतेक प्राचीन हिंदी अंक फिनीशियन, बॅक्ट्रियन व अक्केडियन अंकांपासून व अक्षरांपासून तयार केलेले होते असें दाखविलें आहे. हिंदुस्थानांतील लोकांनीं आपले निरनिराळे अंक निरनिराळ्या काळीं निरनिराळ्या देशच्या अंकांपासून किंवा अक्षरांपासून बनविले, असलें विचित्र मत बुइलर यास मान्य नसून त्यानें असें प्रतिपादन केलें आहे कीं, ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांत व त्यापूर्वी इजिप्त आणि हिंदुस्थान ह्या दोन देशांत दळणवळण असल्याविषयीं खात्रीलायक पुरावा उपलब्ध झाला तर हिंदी अंकांची उत्पत्ति इजिप्तच्या पुरोहिती अंकांपासून झाली असें निश्चयात्मक म्हणावयास हरकत नाहीं.

वास्तविक पाहिलें असतां फिनीशियनमधील एकच्या २० च्या व पुरोहिती व डेमोटिक अंकांतील एकव्या ९ च्या चिन्हाशिवाय विदेशीय अंकपाठांतील दुसऱ्या कोणत्याहि अंकाचें हिंदी अंकाशीं सादृश्य दिसून येत नाहीं. हिंदुस्थानांतील लोकांनीं आपला अंकपाठ तयार करण्याच्या कामीं इजिप्तमधील पुरोहिती किंवा डेमोटिक अंकांचा जर खरोखर कांहीं उपयोग केला असता, तर आपल्या अंकपाठांतील एक, दोन व तीन ह्या अंकांच्या प्राथमिक रूपांत कांहींनाकांहीं तरी सुधारणा केल्याशिवाय ते राहिले नसते. या वादांतील महत्त्वाचे मुद्दे म्हटले म्हणजे (१) एकंच्या व दशकाच्या नऊ नऊ अंकांकरितां नऊ नऊ पृथक् चिन्हें वापरण्याची व (२) शंभराचा किंवा सहस्राचा अंक पुनःपुन्हां न लिहितां त्या अंकांची कोणती तरी पट असलेली शतकाची किंवा सहस्रकाची संख्या बनविण्याकरितां मूळ अंकास एखादें विवक्षित चिन्ह जोडण्याची कल्पना कोणीं कोणापासून घेतली हे आहेत. यांपैकीं पहिल्या मुद्द्यावर कांहींच लिहितां येणें शक्य नाहीं. दुसऱ्या मुद्द्यासंबंधीं मात्र आपणांस एवढें ह्मणतां येईल कीं, ही कल्पना हिंदी लोकांस प्रथम सुचणें बरेंच संभवनीय आहे. प्राचीन हिंदी अंकपाठांत उपध्मानीयाचीं चिन्हें आढळतात त्यावरून त्या अंकांचें परिवर्तन ब्राह्मणवर्गाच्या हातून झालें होतें असा बुइलर यानें ज्याप्रमाणें तर्क केला आहे, त्याचप्रमाणें व्यंजनांस लावण्यांत येणाऱ्या दीर्घ व प्लुत स्वरांच्या चिन्हांच्या कल्पनेवरून दुप्पट व तिप्पट दर्शविण्याकरितां अनुक्रमें एक व दोन आडव्या रेषांचा उपयोग करण्याची कल्पना ह्या वर्गासच सुचली असावी असें अनुमान केल्यास तें चुकीचें होणार नाहीं. तिनाच्या वरच्या पटींकरितां चार, पांच इत्यादि अंकांचा अशाच रीतीनें उपयोग करतां येईल ही गोष्ट नंतर त्यांच्या लक्षांत आली असावी. तथापि ही सुधारणा सुचल्यावर तिला अनुसरून दुपटीच्या व तिपटीच्या चिन्हांत बदल करणें सोइस्कर तर नव्हतेंच, पण उलट तिपटीकरितां दोन आडव्या रेषांऐवजीं तत्कालीन तिनाचा अंक म्हणजे तीन आडव्या रेषा योजिल्यानें एक रेघ अधिक वाढून थोडी गैरसोयच झाली असती. पट दर्शविण्याकरितां तोच तोच आंकडा वारंवार न काढतां कांहीं तरी चिन्ह वापरण्याची कल्पना इजिप्शियन लोकांनीं हिंदी लोकांपासून उचलली असावी. परंतु दीर्घ व प्लुत स्वरांच्या ज्ञानाभावीं ह्या कल्पनेंतील तत्त्व त्यांच्या ध्यानांत येणें शक्य नसल्यामुळें, त्यांनां हिंदी कल्पनेचा नीटसा उपयोग करतां आला नाहीं, हें दोन हजार व तीन हजार ह्या संख्यांकरितां सहस्राच्या अंकास एक व दोन रेषांऐवजीं अनुक्रमें दोन व तीन रेषा त्यांनीं जोडल्या आहेत त्यावरून उघड होत आहे. हिंदुस्थानांत ह्या तत्त्वाचा पुढें जो विकास झाला तोहि ह्याच कारणामुळें इजिप्तमध्यें होऊं शकला नसावा. कारण इजिप्शियन लोकांनीं चारशेंकरितां तीन व चार हजारांकरितां चार रेषांचा उपयोग केला असून पांचशें व सातशें ह्या संख्यांकरितां अंकांऐवजीं कांहीं तरी निराळींच चिन्हें शंभराच्या आकृतीस जोडलेलीं दिसतात.

प्राचीन ' ग्रीक, हिब्रू व सिरियन अक्षरांक.— प्राचीन काळीं निरनिराळ्या राष्ट्रांत संख्यावाचक चिन्हांकरितां अक्षरांचा उपयोग करण्याचा बराच प्रघात होता. संख्यावाचक शब्दांच्या आद्याक्षराचा अशा प्रकारें उपयोग करण्याची एक रीत हेरोडियन नामक ग्रीक व्याकरणकारानें इ. स. २०० च्या सुमारास लिहून ठेविलेली आढळते. तथापि असें म्हणतात कीं, ख्रिस्तपूर्व सहाव्या शतकाच्या आरंभाच्या सुमारास होऊन गेलेल्या सोलोनच्या काळापासून ही रीत ग्रीक लोकांमध्यें प्रचलित होती. ह्या रीतींत एक, पांच, दहा, शंभर, हजार व दहा हजार ह्यांकरितां I, II, Δ, H, X व M हीं अक्षरें योजण्यांत येत असून पांचाच्या अक्षरांकाच्या पोटांत दहाचा अक्षरांक लिहिला असतां पन्नास व शंभराचा लिहिला असतां पांचशें दर्शविले जात. ह्या हेरोडियन अंकांच्या जागीं रूढ झालेल्या व ग्रीक, हिब्रू व सिरियन लोकांत प्रचलित असलेल्या दुसऱ्या एका अक्षरांकपद्धतींत, वर्णमालेंतील पहिलीं नऊ अक्षरें एक, दोन, तीन इत्यादि पहिल्या नऊ अंकांकरितां नियुक्त केलेलीं असून, दहा, वीस इत्यादि दशकांच्या व शंभर, दोनशें इत्यादि शतकांच्या नऊ नऊ संख्यांकरितां पुढच्या अक्षरांचा उपयोग करण्यांत येत असे. जुन्या सेमेटिक वर्णमालेंत बावीसच अक्षरें असल्यामुळें, चारशेंच्या पुढील शतकाच्या पांच संख्यांकरितां आरंभीं संयुक्त अक्षरांचा व नंतर चार चतुष्कोनी वर्णांचा उपयोग केला जात होता. ग्रीक वर्णमालेंत अधिक अक्षरें असल्याकारणानें त्यांनां फक्त तीनच चिन्हें बाहेरून घ्यावीं लागलीं. यांतील दोन जुनीं फिनीशियन अक्षरें असून तिसरें ' सँपि ' नांवाचें एक चिन्ह होतें, व तीं सहा, नव्वद व नऊशें ह्या संख्यांचीं वाचक ठरविण्यांत आलीं होतीं. ह्या नूतन अक्षरांकपद्धतीच्या प्रचाराचा खात्रीलायक पुरावा ग्रीक लोकांत दुसऱ्या टालेमीच्या (ख्रि. पू. ३०९–२४६) नाण्यांवर, व सेमेटिक भूमीवर ह्रास्मोनिअनांच्या यहुदी नाण्यांवर प्रथम दृष्टीस पडतो. बीजगणिताचा उदय समीकरणें सोडविण्याच्या प्रसंगामुळें झाला. आज सामान्य व्यवहारांत अंकगणितानें काम भागतें अशी स्थिति असतां प्राचीनांच्या कोणत्या व्यवहारासाठीं बीजगणित उत्पन्न झालें आणि समीकरणें सोडविण्याचा प्रसंग तरी कसा आला असा प्रश्न उत्पन्न होतो. आमची या विषयावर आम्ही एक समजूत व्यक्त करतों, तिची युक्तायुक्तता तज्ज्ञांनीं ठरवावी. आम्हांस असें वाटतें कीं दोन निरनिराळ्या राष्ट्रांत संख्यावाचक चिन्हांसाठीं अक्षरांचा उपयोग केला जात असतां आणि दशमान पद्धतीची सार्वत्रिकता नसतां हिशेबाच्या रुजुवातीच्या प्रसंगीं हिशेब आपल्या पद्धतीनेंच तपासून त्याचा परिणाम आपल्या पद्धतीनें लिहावयाचा या क्रियेसाठीं समीकरणाची पद्धति उत्पन्न झाली असावी.

रोमन अक्षरांक.—खलीप वलीद (इ. स. ७०५–७१६) याच्या कारकीर्दींत अरब लोकांमध्यें देखील संख्याचिन्हांकरितां अक्षरांचाच उपयोग करीत असल्याचें आढळून येतें. आपणां सर्वांस परिचित असलेली रोमन लोकांची अंकमालाहि अक्षरात्मकच असावी असें पहातांक्षणींच वाटतें. तरी ती कल्पना बरोबर आहे असें खात्रीनें म्हणतां येत नाहीं. या अंकमालेंत शंभर व हजार या संख्यांकरितां वापरण्यांत येणारीं C व M हीं चिन्हें सेंटम व मिल्ले ह्या त्या त्या संख्यावाचक शब्दांचीं आद्याक्षरें आहेत. तथापि ह्या संख्यांकरितां अनुक्रमें आडव्या किंवा आडव्या आणि उभ्या रेषेनें विभागलेलें वर्तुळ व उभ्या रेषेनें विभागलेलें वर्तुळ अशीं दोन जुनीं चिन्हें आढळण्यांत येतात. अद्यापहि हजाराकरितां CI) असलें चिन्ह छापील पुस्तकांत क्वचित् प्रसंगीं वापरलेलें दृष्टीस पडतें. पांचशेंकरितां प्रचारांत असलेलें D हें चिन्ह हजाराच्या चिन्हाचाच अर्धभाग असल्याविषयीं पुरावा देत असून, पन्नासासाठीं वापरण्यांत येणाऱ्या L ह्या चिन्हाचें जुनें रूप(⊥)तेंहि शंभराच्या आकृतीचाच अर्धा भाग असेल असें सुचवितें. प्रस्तुतचें पांचाचें चिन्ह तर दहाच्या आकृतीचा अर्धाभाग असल्याचें उघड दिसत आहे. या सर्व गोष्टींचा विचार करतां रोमन अंकमाला निदान आरंभीं तरी अक्षरात्मक नव्हती असें दिसतें. तथापि सर्वमान्य समजुतीच्या पुष्ट्यर्थ आतां अशी एक कल्पना सुचविण्यांत आली आहे कीं, दहा, पन्नास व शंभर या संख्यांचे अर्वाचीन अक्षरांक आरंभीं X, Ψ व φ हीं ग्रीक अक्षरें होतीं.

अक्षरांकांनीं संख्यालेखन.— अक्षरांकपद्धतीनें मोठ्या संख्या लिहिण्यास अडचण पडूं लागली तेव्हां कांहीं तरी चिन्ह लावून त्याच अक्षरांचा मोठ्या संख्या दर्शविण्याकडे उपयोग करण्याची युक्ति सुचली असावी. हिब्रू व ग्रीक अक्षरांचा अशा प्रकारें उपयोग होतहि होता. उदाहरणार्थ, $\alpha = १$ व $,\alpha = १०००$, $\beta = २$ व $\beta. = २००००$ इत्यादि. परंतु मोठ्या संख्येच्या उजव्या बाजूस नेहमीं लहान संख्या लिहावयाची असा एकदां निर्बंध करून टाकला कीं चिन्हांशिवायहि त्याच अक्षरानें मोठी संख्या व्यक्त होऊं शकते. उदाहरणार्थ, $\beta\omega\lambda\alpha = २८३१$ या संख्येंत β ह्या अक्षराच्या मागें सहस्रवाचक चिन्ह नाहीं तरी $\omega = ८००$ ह्या अंकाच्या मागें तें अक्षर आलें असल्यामुळें त्याचा अर्थ दोन न करतां दोन हजारच करावयाचा हें उघड दिसतें. या ठिकाणीं आपणांस स्थानभेदाप्रमाणें अंकाची किंमत बदलूं शकते ही महत्त्वाची कल्पना बीजरूपानें पहावयास मिळते. बाबिलोनियन लोकांनां ही कल्पना यांच्या अगोदरच सुचली होती. ते साठ व साठाच्या वर्गानें मोजीत असून, त्यांच्यामध्यें ६०ला सॉस व ६०^{2}ला सार अशीं नावें होतीं. सेंकेरा येथें सांपडलेल्या एका शिलेवर वर्गांची व घनांची एक यादी दिली आहे तींत ५९चा वर्ग व तिसाचा घन हे अनुक्रमें ५८.१ व ७. ३० अशा रीतीनें लिहिले आहेत. या ठिकाणीं पहिल्या संख्येंतील टिंबाच्या

डाव्या बाजूचा अंक सॉस दर्शवीत असून दुसरींत तो सारचा निदर्शक आहे व पहिलींतील उजव्या बाजूच्या अंकास त्याची मूळ किंमत असून दुसरींत तो सॉसची संख्या दाखवितो हें वाचणारास अनुमानानेंच ठरवावें लागतें. अर्किमिडीस (ख्रिस्तपूर्व तिसरें शतक) वगैरे ग्रीक गणितीहि आपलीं उदाहरणें सोडविण्यांत एक प्रकारची दशांश पद्धतीच वापरीत असत परंतु त्या काळीं शून्याच्या चिन्हाभावीं हल्लींप्रमाणें दशकाचे, शतकाचे वगैरे आंकडे सहजगत्या ओळखतां येणें शक्य नव्हतें.

भारतीय शब्दांक.—आतां आपण हिंदुस्थानाकडे वळलों तर असें दिसून येईल कीं, येथें कोणत्याहि प्रकारची अक्षरांकपद्धति अस्तित्वांत येण्याच्या अगोदर शेंकडों वर्षांपासून, मामुली संख्यावाचक शब्दांशिवाय दुसऱ्या कित्येक सांकेतिक शब्दांचा संख्या दर्शविण्याकरितां वाङ्मयांत उपयोग करण्यांत येत होता. ब्राह्मणांत चाराकरितां 'कृत' [श. ब्रा. (१३, ३,२१) व तैत्तिरीय ब्रा. (१. ५.११,१)], श्रौतसूत्रांत २४ करितां गायत्री व ४८ करितां जगती [कात्यायन श्रौ. सू. वेबरचें संस्करण, पा. १०१५ व लाट्यायन श्रौ. सू. प्रपाठक ९, कंडिका ४, सूत्र ३१] आणि वेदांगज्योतिषांत १, ४, ८, १२ व २७ ह्यांकरितां अनुक्रमें रूप, अय, गुण, युग व भसमूह हे शब्द [याजुष २३, आर्च ३१; याजुष १३, आर्च ४; आर्च १९; याजुष २५व याजुष २०] वापरलेले आढळतात. पिंगलकाच्या छंदःसूत्रांत [मंदाक्रांता, शार्दूलविक्रीडित, सुवदना, भुजंगविजृंभित यांचे यती पहा]असे शब्द ठिकठिकाणीं दिले असून मूलपुलिशसिद्धांतांतहि (शं. बा. दीक्षितकृत भारतीय ज्योतिःशास्त्र पानें १६२–१६३) ते सांपडतात. यांशिवाय वराहमिहिराची पंचसिद्धांतिका (इ. स. ५०५) [पंचसिद्धांतिका १२।५, १।८, ८।१ व १।१५ पहा], ब्रह्मगुप्ताचा ब्रह्मस्फुटसिद्धांत(इ.स. ६२८)[मध्यमाधिकार श्लोक १६ पहा], लल्लाचें शिष्यधीवृद्धिदतंत्र (आजमासें इ. स. ६३८)[उत्तराधिकार श्लोक १८ व १९ पहा] ह्या ग्रंथांत व ख्रिस्ती शकाच्या सातव्या शतकानंतरच्या ज्योतिषशास्त्रावरील ग्रंथांत हे शब्दांक हजारों ठिकाणीं वापरण्यांत आले असून प्राचीन शिलालेखांत धोलपूर येथें मिळालेला चाहमान चंडमहासेनाचा वि. सं. ८९८ चा शिलालेख (इं. ॲं. पु १४, पा. ४५), दानपत्रांत पूर्व चालुक्य दुसरा अम्म ह्याच्या कारकीर्दीतील शके ८६७चें दानपत्र (इं. ॲं. पु ७ पा. १६) व संस्कृत हिंदी गुजराथी इत्यादि भाषांतील आधुनिक कवींच्या ग्रंथांतील रचनेचे शक यांतहि ते दृष्टीस पडतात.

शब्दांक व शून्यान्वित दशमानात्मक संख्यालेखन.—संस्कृतमध्यें ज्योतिष व गणित ह्या शास्त्रांवरील ग्रंथ छंदोबद्ध असल्यामुळें, त्या ग्रंथांतील मोठमोठ्या संख्या श्लोकामध्यें ग्रथित करण्याचा प्रयत्न होत असतां ही शब्दांकांची पद्धति बरीच विकास पावली असली पाहिजे.हें उघड आहे. ह्या सर्व आचार्यांनीं, अंकांनां स्थानीय किंमत देऊन शून्य व नऊ अंक अशा दहा चिन्हांवर बसविलेली जी संख्यालेखनपद्धति आज सर्वत्र प्रचलित आहे तिचाच आपल्या ग्रंथांत उपयोग केलेला दिसतो. त्यांच्या संख्यांमध्यें एकचा आंकडा प्रथम देऊन नंतर त्याच्या पुढें दहंशतमादि आंकडे यथानुक्रम शब्दसंकेतांनीं दिलेले असतात. उदाहरणार्थ आकाशपंचवसुपक्षः ही संख्या घ्या. तिजमधील आकाश, पंच, वसु व पक्ष हे शब्द शून्य, पांच, आठ व दोन ह्या अंकांचे सूचक असून तिचा अर्थ २८५० असा आहे.

शब्दांकांच्या संज्ञाः—प्राचीन हिंदुस्थानांतील हे शब्दांक म्हणजे व्यवहारांतील निरनिराळ्या वस्तूंचीं किंवा कल्पनांचीं नांवें असून ते त्या त्या वस्तूंनीं किंवा कल्पनांनीं ज्या संख्या सुचविल्या जातात त्यांकरितांच नियुक्त केलेले आहेत. एकच संख्या निरनिराळ्या वस्तूंच्या किंवा कल्पनांच्या नांवांनीं सूचित होणें शक्य असून यांपैकीं प्रत्येक नांवास कित्येक प्रतिशब्द असणें शक्य असल्यामुळें, एकाच संख्येकरितां अनेक शब्द वापरलेले आढळून येतात. उदाहरणार्थ, शून्याकरितां शून्य, ख, गगन, आकाश, नभ, पूर्ण, रंध्र इत्यादि; एकाकरितां आदि, शशि, इंदु, विधु, अब्ज, भू, क्षिति इत्यादि; दोनाकरितां यम, अश्विन, नासत्य, लोचन, दृष्टि, कर, कुच, कुटुंब इत्यादि; तिनाकरितां राम, गुण, लोक, अग्नि, दहन, होतृ इत्यादि; चाराकरितां वेद, श्रुति, समुद्र, उदधि, केंद्र, वर्ण, आश्रम, युग, कृत, अय, बंधु कोष्ठ, इत्यादि; पांचाकरितां बाण, भूत, पर्व, प्राण, पांडव, अर्थ, विषय, तत्त्व, इंद्रिय, रत्न, इत्यादि; सहाकरितां रस, काय, ऋतु, मासार्ध, दर्शन इत्यादि; साताकरितां नग, ऋषि, अत्रि, वार, स्वर, धातु, अश्व, छंद, धी, कलत्र इत्यादि; आठाकरितां वसु, अहि, गज, सिद्धि, भूति, अनुष्टुभ्, मंगल इत्यादि; नवाकरितां अंक, नंद, निधि, ग्रह, रंध्र, द्वार, गो, पवन इत्यादि; दहाकरितां दिश्, आशा, अंगुलि, रावणशिरस्, अवतार, कर्मन, इत्यादि; अकराकरितां रुद्र, भर्ग, अक्षौहिणी इत्यादि; बाराकरितां रवि, मास, राशि, व्यय इत्यादि; तेराकरितां विश्वेदेवाः, काम, अतिजगती, अघोष इत्यादि; चौदाकरितां मनु, विद्या, इंद्र, लोक इत्यादि; पंधराकरितां तिथि, घस्र, पक्ष, इत्यादि; सोळाकरितां नृप, अष्टि, कला इत्यादि; सतराकरितां अत्यष्टि; अठराकरितां धृति; एकोणविसाकरितां अतिधृति; विसाकरितां नख आणि कृति; एकविसाकरितां उत्कृति, प्रकृति आणि स्वर्ग; बाविसाकरितां कृती आणि जाति; तेविसाकरितां विकृति; चोविसाकरितां गायत्री, जिन, अर्हत्, सिद्ध इत्यादि; पंचविसाकरितां तत्त्व; सत्ताविसाकरितां नक्षत्र, उडुभ इत्यादि; बत्तिसाकरितां दंत, रद इत्यादि; तेहतिसासाठीं देव, त्रिदश वगैरे; चाळिसासाठीं नरक; अठ्ठेचाळिसासाठीं जगती व एकोणपन्नासासाठीं तान अशा प्रकारचे शब्दप्रयोग आढळून येतात [पं. ओझाकृत भारतीय प्राचीन लिपिमाला, द्वितीयावृत्ति पान १२०].

भारतीय अंकचिन्हांची अक्षरांपासून उत्पत्ति झाली आहे काय.—इ. स. १८३८ मध्यें जेम्स प्रिन्सेप यानें असें सुचविलें होतें कीं, प्राचीन हिंदी अंक हे त्या त्या संख्यावाचक शब्दांचीं आद्याक्षरें असावीं. ग्रीक लोकांचे प्राचीन अक्षरांकहि अशाच रीतीनें बनविलेले असल्यामुळें वोएप्के आदिकरून यूरोपीय पंडितांनां हें मत लागलेंच पटलें. परंतु पं. भगवानलाल इंद्राजी यांनीं आर्यभटाच्या व मंत्रशास्त्राच्या अक्षरांकपद्धतीचें काळजीपूर्वक परीक्षण केल्यावरहि जेव्हां त्यांनां हे अक्षरांक कोणत्या संख्यावाचक शब्दांचीं आद्याक्षरें असावीं याचा निर्णय करतां आला नाहीं, तेव्हां बुह्लर यानें प्रिन्सेपचें अनुमान अग्राह्य ठरवून पहिले तीन अंक सोडून बाकीचे प्राचीन हिंदी अंक अक्षराकृतीच आहेत असा जो भगवानलाल यांनीं मोघम सिद्धांत काढला होता त्यास आपली संमति दिली. पं. गौरीशंकर हीराचंद ओझा यांनीं भारतीय प्राचीन लिपिमाला नामक आपल्या ग्रंथाच्या द्वितीयावृत्तींत प्राचीन हिंदी अंकांची निरनिराळ्या काळांतील रूपें तत्कालीन कोणत्या हिंदी अक्षरांसारखीं होतीं याचें काळजीपूर्वक परीक्षण करून शेवटीं असें दाखविलें आहे कीं या हिंदी अंकांचें त्या काळांतील अक्षरांच्या आकृतींशीं जें कांहीं थोडेंबहुत साम्य आढळून येतें तें हिंदी लोकांनीं अंकांकरितां अक्षरांचा उपयोग केला होता म्हणून नसून तें पुढें केवळ आगंतुक कारणांनींच जुळून आलें. ह्या अक्षरसूचक अंकांची संख्या शिलालेखदानपत्रांपेक्षां पुस्तकांच्या हस्तलिखित प्रतींतच विशेषतः अधिक आढळून येते. याचें कारण शिलालेख व दानपत्रें लिहिणारांनां आपण काय लिहितों याचा अर्थ कळत असल्याकारणानें त्यांच्या अंकांत चुका झाल्या नाहींत; परंतु हस्तलिखित पुस्तकांची नक्कल करणारांनां प्राचीन लेखांतील कांहीं अक्षरें व अंक बरोबर न वाचतां आल्यानें त्यांच्या नकलांत अशा अक्षरांचीं व अंकांचीं अशुद्ध रूपें लिहिलीं गेलीं हें होय.

जुन्या हस्तलिखितांत अंकांकरितां अक्षरांचा उपयोग करण्यांत जर कांहीं थोडीशी पद्धत असेल, तर ती फक्त एक, दोन व तीन ह्या अंकांसाठीं अनुक्रमें ए, द्वि, त्रि, किंवा स्व, स्ती, श्री, किंवा ॐ, न, मः, हीं अक्षरें वापरलेलीं दृष्टीस पडतात, त्या ठिकाणींच होय. परंतु नक्कल करणारांच्या चुकांमुळें ज्या अंकांनां पुढें अक्षरांच्या आकृती प्राप्त झाल्या, त्यांत मात्र कोणत्याच प्रकारचा क्रम पहावयास मिळणार नाहीं. हीं हस्तलिखित पुस्तकें ज्योतिषग्रंथकारांनंतरचीं असल्यामुळें, पहिल्या तीन अंकांकरितां पद्धतशीर अंक वापरण्याची कल्पना काय किंवा इतर अंकांनां मागून अक्षरांचीं रूपें देण्यांत आलीं ती कल्पना काय, आर्यभटादिकांच्या अक्षरांकावरूनच लोकांनां कांहीं अंशीं सुचली असावी असें मानण्यास हरकत नाहीं.

पहिल्या आर्यभटाचे अक्षरांक.—शास्त्रीय ग्रंथांमध्यें ह्या पद्धतशीर अक्षरांकांचा उपयोग पहिल्या आर्यभटानें इ. स. ४९९ मध्यें रचलेल्या आपल्या 'आर्यभटीय' ग्रंथांत प्रथम केलेला आहे. त्यानें योजिलेल्या पद्धतींत कवर्गापासून पवर्गापावेतोंचीं पंचवीस अक्षरें पहिल्या पंचवीस अंकांकरितां नियुक्त केलीं असून, त्यापुढच्या आठ वर्णांचा ३०, ४०, ५०, ६०, ७०, ८०, ९० व १०० हे अंक दाखविण्याकरितां उपयोग केला आहे. स्वरांमध्यें ऱ्हस्व आणि दीर्घ असा भेद मानला नसून 'अ' ला एक व इ, उ, ऋ, ऌ, ए, ऐ, ओ आणि औ यांनां अनुक्रमें शंभर व शंभराचा दुसरा, तिसरा, चौथा, पांचवा, सहावा, सातवा व आठवा घात असे अर्थ देण्यांत आले आहेत. व्यंजनास जोडलेला स्वर व्यंजनाच्या संख्येची आपल्या संख्येइतकी पट दर्शवीत असून संयुक्त व्यंजनांतील स्वर त्याच्या अवयवीभूत प्रत्येक व्यंजनाबरोबर घ्यावयाचा असतो. उदाहरणार्थ, महायुगांत किती भूभ्रमणें होतात हें आर्यभटाचें 'ङिशिबुणॢख्षृ' ह्या अक्षरांकसंख्येनें सांगितलें असून तिचा अर्थ १५,८२,२३,७५,२०० असा आहे.

दुसऱ्या आर्यभटाचे अक्षरांक.—दुसरा आर्यभट ब्रम्हगुप्तानंतर व भास्कराचार्याच्या पूर्वीं म्हणजे खिस्ती शकाच्या अकराव्या शतकाच्या सुमारास होऊन गेला. त्यानें आपल्या आर्यसिद्धांतांत नऊ अंक व शून्य या दहा चिन्हांकरितां वर्णमालेच्या पहिल्या दोन वर्गांतील दहा अक्षरें यथानुक्रम घेतलीं असून दुसऱ्या दोन वर्गांतील दहा अक्षरें पुन्हां त्याच अंकांकरितां यथानुक्रम योजिलीं आहेत [रूपात्कटपयपूर्वा वर्णा वर्णक्रमाद्भवन्त्यंकाः । ञ्नौ शून्यं प्रथमार्थे आ छेदे ऐ तृतीयार्थे ॥ (आर्यसिद्धांत अधिकार १.२)]. राहिलेल्या व्यंजनांपैकीं पवर्गांतलि अक्षरें पहिल्या पांच अंकांसाठीं आणि यरलवादि आठ अक्षरें पहिल्या आठ अंकांसाठीं योजिलेलीं आहेत. आर्यसिद्धांताच्या ह्या 'कटपयादि' क्रमांत स्वरांनां कांहींच अर्थ नसून त्यांतील संख्यालेखनपद्धति, 'अंकानां वामतो गतिः' ह्या सर्वसाधारण नियमाच्या उलट आहे. म्हणजे इतर संस्कृत ग्रंथकार एकंचा शब्द प्रथम, मग दहंचा, त्यानंतर शतंचा अशा क्रमानें आपल्या संख्या व्यक्त करितात. तर दुसऱ्या आर्यभटाच्या पुस्तकांत अंकयुक्त संख्यालेखनपद्धतीप्रमाणें शेवटीं एकंचें अक्षर, दहंचें त्याच्यापूर्वीं शतंचें त्याच्याहि अगोदर, असा क्रम पाळला आहे. उदाहरणार्थ, 'सप्तर्षीणां कणधझझुझिला मुदयसिनधा यनाख्यस्य (आ. सि. २.९) या सूत्रांतील कणधझझुझिला = १५९९९९२ व मुदयसिनधा = ५८१७९.

दुसऱ्या आर्यभटाच्या अक्षरांकाचा शिलालेखदानपत्रांतून उपयोग.—वर ज्या दोन अक्षरांकमालांचें विवेचन केलें आहे, त्यांपैकीं पहिल्या आर्यभटाची अक्षरांकमाला त्याच्या ग्रंथाबाहेर दुसरीकडे कोठेंहि दृष्टीस पडत नाहीं. परंतु दुसऱ्या आर्यभटाचा कटपयादि क्रम

कधीं कधीं शिलालेखांतून ['राघवाय = १४४२. (ए. इं. पु. ६, पा. १२१;) 'भवति' = ६४४ (इं. अँ. पु. २ पा. ३६०); 'राकालोके' = १३१२ (इं. अँ. पु. २, पा. ६६१)], दानपत्रांतून ['शक्त्यालोके' = १३१५ (ए. इं. पु. ३, पा. २९९); 'तत्वलोके' = १३४६ (ए. इं. पु. ३, पा. ३८)] व पुस्तकांतून ['खगोन्त्यान्मेषमापे' = १५६५१३२ (इ. स. ११८४ मध्यें षड्गुरुशिष्यानें सर्वानुक्रमणीवर लिहिलेली वेदार्थदीपिका नामक टीका. इं. अँ. पु. २१, पान ५०)] वापरलेला सांपडतो. ह्या उत्तरकालीन लेखकांनीं 'कटपयादि' क्रमांत एवढाच बदल केला आहे कीं, ते संस्कृत ग्रंथकारांच्या 'अंकानां वामतो गतिः' या नियमानुसारच आपल्या संख्या लिहितात व संयुक्त व्यंजनांतील प्रत्येक घटकावयवास अंकसूचक चिन्हें न समजतां त्यांतलि शेवटच्या व्यंजनाशिवाय इतर सर्व निरर्थक [वरील टीपांमधील 'शक्त्यालोके,' 'तत्वलोके' व 'खगोन्त्यान्मेषमापे,' ह्या अक्षरसंख्यांमधील संयुक्ताक्षरांचे अर्थ पहा. उलटपक्षीं आर्यसिद्धांतांतील ११४० मध्यें 'क्नकणैः' = १०१५ आहेत.] मानतात.

इतर अक्षरांक.—याशिवाय दक्षिणेंत मलवार प्रांतांत व तेलगू प्रदेशांत पुस्तकांच्या पानांवर अनुक्रमसंख्या देण्याकरितां जी एक प्रकारची अक्षरांकमाला वापरण्यांत येत होती, तींत कपासून ळपावेतोंचे ३४ वर्ण अनुक्रमानें पहिल्या ३४ अंकांकरितां घातले असून पुढच्या ३४ अंकांकरितां का खा इत्यादि आकारयुक्त व्यंजनें, त्याच्या पुढील ३४ अंकांसाठीं कि खि आदिकरून इकारयुक्त व्यंजनें, अशा रीतीनें बाराखडींतील सर्व अक्षरांचा उपयोग करून (३४×१२ =) ४०८ पावेतोंचे अंक अक्षरांनीं दाखविले आहेत [ब. सा. इं. पॅ. पान ८०]. ब्रह्मदेशांतील कांहीं जुन्या हस्तलिखित पुस्तकांत १–१२ करितां कची बाराखडी, १३–२४ करितां खची, २५–३६ करितां गची अशा रीतीनें सर्व व्यंजनांच्या बाराखड्यांचा अंक दर्शविण्यासाठीं उपयोग केला आहे. सिलोनच्या हस्तलिखितांतहि पत्रांक दर्शविण्याच्या कामीं ह्याच अनुक्रमानें बाराखड्यांतील अक्षरें योजिलीं आहेत; तेथील अंकमालेंत एवढाच फरक आढळून येतो कीं, प्रत्येक बाराखडींत ऋ, ॠ, ऌ, व ॡ हे चार स्वर अधिक असल्यामुळें, तिच्या योगानें बाराच्या ऐवजीं सोळा अंक दाखवितां येतात [बुह्लर; इं. पॅ. पा. ८७].

अक्षरांककल्पनेचा जनक कोण?—अंकांकरितां अक्षरांचा पहिल्या आर्यभटापूर्वी कोणीहि उपयोग केलेला आढळून येत नाहीं तरी, अक्षरांकमालेच्या कल्पनेचा तोच आद्यजनक होता असें मात्र निश्चयेंकरून म्हणतां येणार नाहीं. कारण, पाणिनीच्या १.-३-११ ह्या सूत्रावरील कात्यायनाचें वार्तिक व कैयटानें दिलेलें त्याचें उदाहरण यांचें अवलोकन करतां असें दिसून येतें कीं, त्याच्या स्वरित चिन्हांमध्यें १, २, ३ इत्यादि संख्या दर्शविण्याकरितां शिवसूत्रांतील वर्णक्रमानुसार अक्षरें वापरलीं होतीं.

प्राचीन व अर्वाचीन अंकपाठांतील व संख्यालेखनपद्धतींतील मुख्य भेद.—अर्वाचीन अंक व संख्यालेखनपद्धति यांची जन्मभूमि हिंदुस्थानच आहे ही गोष्ट आतां सर्व विद्वानांस सम्मत झाली असल्यामुळें, हिंदुस्थानांतील प्राचीन अंक व संख्यालेखन यांविषयीं थोडी अधिक माहिती देऊन व जुन्या व नव्या अंकपाठांत व संख्यालेखनांत मुख्य भेद काय आहे तें दाखवून मग जुन्या अंकांपासून व संख्यालेखनापासून नवीन अंकांची व संख्यालेखनाची उत्पत्ति कशी झाली असेल याचें साधार विवेचन करण्यांत येईल. ख्रिस्ती शकास आरंभ होण्यापूर्वी हिंदी अंकपाठांत अठरा स्वतंत्र संख्याचिन्हें होतीं असें पूर्वी सांगण्यांत आलें आहे. ह्या अंकांच्या आकृतींचें परिवर्तन कसें होत गेलें हें पाहूं लागलें असतां असें दिसून येईल कीं, दोन व तीन ह्या संख्यांच्या आडव्या रेषांचीं पुढें लवकरच दोन स्वतंत्र चिन्हें बनून हिंदी अंकपाठांत अठराच्याजागीं वीस स्वतंत्र चिन्हें झालीं. शंभरापासून दोनशें, तीनशें इत्यादि नऊशें पावेतोंच्या शतकांच्या, व हजारापासून दोन हजार, तीन हजार इत्यादि नऊ हजार पावेतोंच्या सहस्रकांच्या संख्या तयार करण्याकरितां शंभर व हजार यांच्या अंकांस अनुक्रमें एक व दोन आडव्या रेषा आणि नंतर पुढें चार, पांच इत्यादि नऊपावेतोंचे आंकडे उजव्या अंगास जोडण्याची वहिवाट होती. दहा हजार, वीस हजार वगैरे दशसहस्रकांचे नऊ अंक, दहा, वीस इत्यादि दशकांचे नऊ अंक हजाराच्या अंकास उजव्या बाजूस जोडून सिद्ध करण्यांत येत होते व ह्या दशसहस्रकांच्या दरम्यानच्या हजाराच्या संख्या दशसहस्रकाच्या आंकड्यापुढें सहस्रकाचा आंकडा मांडून लिहीत असत. वास्तविक पाहिलें असतां ही संख्यालेखनपद्धति दशकात्मकच होती. कारण ह्या पद्धतींत कोणतीहि संख्या दाखविण्यासाठीं हे अंक एका विवक्षित क्रमानेंच लिहिण्याची आवश्यकता नव्हती तरी देखील तींत प्रथम म्हणजे डावीकडे दशसहस्राचा, नंतर (असल्यास) सहस्राचा, त्यानंतर शतकाचा, त्याच्या मागून दशकाचा व सर्वांच्या शेवटीं एकंचा अंक मांडीत असत. तथापि केवळ स्थानभेदानें एकाच अंकानें अनेक संख्या दाखवितां येणें शक्य आहे ही अर्वाचीन संख्यालेखनांतील मूलभूत कल्पना सुचली नसल्यामुळें, हल्लींप्रमाणें केवळ नऊ स्वतंत्र संख्यांक व शून्य अशा दहा चिन्हांत त्या काळीं वाटेल तेवढी मोठी संख्या मांडतां येत नव्हती.

अबकस उर्फ स्थानरेषापटः—जुन्या संख्यालेखनपद्धतींत जी ही सुधारणा घडून आली तिच्या मुळाशीं प्राचीन काळीं ग्रीक व रोमन लोकांत, जो अबकस अथवा

स्थानरेषापट हिशेबासाठीं वापरण्यांत येत होता असें आढळून आलें आहे तोच असला पाहिजे असें वेली साहेबांनीं आपल्या 'अर्वाचीनसंख्यांकांची पूर्वपीठिका' नामक ग्रंथांत प्रतिपादन केलें आहे. अबकस हा शब्द अबक म्हणजे धूळ ह्या सेमेटिक शब्दापासून सिद्ध झाला असून व्युत्पत्तिदृष्ट्या त्याचा अर्थ केवळ धूळपाटी असा होईल. लॅटिन वाङ्मयाच्या वैभवकाळांत सुधारलेलें गणनायंत्र प्रचारांत होतें, तरी धूळपाटीचा उपयोग निदान सामान्य लोक तरी केव्हां केव्हां करीत असत अशाबद्दल पर्शिअसच्या व (पांचव्या शतकांत होऊन गेलेल्या) मार्शिआनस कापेला ह्याच्या ग्रंथांत उल्लेख सांपडतो. हिशेब करावयाचा असतां ह्या पाटीवर एकावर एक अशा समांतर रेषा आंखून सर्वांत खालच्या ओळीवर एकंचे, तिच्या वरच्या ओळीवर दहंचे तिच्या नंतरच्या वरील ओळीवर शतंचे याप्रमाणें आंकडे लिहिण्याची रीति असावी. पुढें सुधारलेल्या पाटींत अपूर्णांक दाखविण्यासाठीं व चालू मुख्य नाण्यांचीं पोटनाणीं दाखविण्यासाठीं, खालीं कांहीं ओळी आंखूं लागले. ह्या ओळींवर संख्या दाखविणें त्या लेखणीनें पाटीवरील मातींत खुणा करून दाखवीत असले पाहिजेत. यानंतर लांकडाच्या अथवा दगडाच्या पाटीवर कायमच्याच ओळी आंखून तिजवर, आरंभीं खडूनें खुणा करून व नंतर गोट्या अथवा सोंगट्या ठेवून हिशेब करण्यांत येऊं लागला. ह्या हिशेबी सोंगट्या ख्रिस्तपूर्व दुसऱ्या शतकांत प्रचारांत होत्या असें पॉलिबिअसच्या एका विधानावरून दिसतें. लिओपोल्ड नामक ग्रंथकारानें ज्या एका रोमन अबकसचें वर्णन केलें आहे तें तर याहूनहि अधिक सुधारलेलें होतें. ह्या अबकसमध्यें एका उभ्या रेषेनें आडव्या ओळींचे एक लहान व एक मोठा असे दोन विभाग केलेले असून पूर्णांकाच्या प्रत्येक ओळींत मोठ्या विभागांत चार व छोट्या विभागांत एक गुंडी ठेविलेली असे. मोठ्या विभागांत ठेविलेल्या गुंडीस स्थानगत किंमतीच्या पांचपट किंमत असल्यामुळें फक्त पांच पांच गुंड्यांनीं ह्या दशकात्मक ओळींतील नऊ नऊ राशी दाखवितां येत होत्या. उदाहरणार्थ १३५०९ ही संख्या दाखविण्यासाठीं दशसहस्राच्या मोठ्या विभागांत एक, सहस्राच्या मोठ्या विभागांत तीन, शतकाच्या छोट्या विभागांत एक आणि एकंच्या छोट्या विभागांत एक व. मोठ्या विभागांत चार गुंड्या ठेवल्या कीं काम होत असे. सन १८४६ सालीं सलामिस येथें जें ग्रीक अबकस सांपडलें ती तर संगमरवरी दगडाची एक पाटीच असून तत्त्वतः त्यांत व रोमन अबकसमध्यें कांहींच फरक नाहीं. ग्रीक संख्यालेखनांत दहाच्या ऐवजीं पांच या संख्येचा उपयोग करीत असल्यामुळें, मोठ्या व छोट्या विभागांत रोमन अबकसप्रमाणें अनुक्रमें चार व एक अशा पांच सोंगट्या ठेवण्याच्या ऐवजीं दोन व एक अशा तीनच सोंगट्या ठेवून काम भागण्यासारखें होतें. ह्या दोन्हीहि (रोमन व ग्रीक) अबकसांचीं उर्फ स्थानरेषापटांचीं चित्रें दिलीं आहेत तीं पाहिलीं असतां त्यांची कल्पना नीट सहज रीतीनें होऊं शकेल.

संख्यालेखनपद्धतीच्या विकासांत स्थानरेषापटाची कामगिरी.—आतां आपण ज्याच्यावर स्थानरेषा दशमानपद्धतीच्या आहेत असें एखादें अबकस, त्यावरील स्थानरेषा उभ्या लंबरूप दिसतील व सर्वांत खालची ओळ उजव्या बाजूस येईल अशा रीतीनें ठेविलें, व हिशेबासाठीं सोंगट्या वगैरेंचा उपयोग करण्याऐवजीं त्या सोंगट्या जे एक दोन, तीन इत्यादि अंक दर्शविण्यासाठीं योजिलेल्या असतात ते अंकच उभ्या रेषांनीं झालेल्या घरांत त्या त्या घरांच्या तळाशीं लिहून ते डावीकडून उजवीकडे त्या त्या घरांची स्थानगत किंमत हिशेबांत धरून वाचले, तर निरनिराळ्या घरांत आपण ज्या संख्या मांडल्या त्यांची बेरीज केल्यासारखें होईल. अशा रीतीनें अर्वाचीन संख्यालेखनाच्या धर्तीवर पण शून्याची मदत न घेतां केवळ नऊच पृथक् अंकांच्या सहाय्यानें आपणांस कोणतीहि संख्या मांडतां येईल. स्थानगत किंमतीचा उपयोग केल्याचीं जीं उदाहरणें यूरोपीय ग्रंथांतून सांपडतात त्यांतील अगदीं जुनीं स्थळें घेतलीं तर त्या ठिकाणीं उभ्या रेषा समांतर काढून त्यांमधून अंक मांडले आहेत असेंच दिसून येतें. त्या काळीं तर ह्या उभ्या रेषांच्या आकृतीला अबकस असें नांव देखील असे. ह्या रेषापटाला 'आर्कस पायथॅगोरिअस' असें आणखीहि एक नांव असून फ्रेंचमध्यें त्याला 'ताब्लोआकोलोन' म्हणजे दशमान कोष्टक म्हणत. पंधराव्या शतकांत इंग्लंडच्या खजिन्यांत भरावयाच्या पैशांचा हिशेब ज्या चौकटीच्या कापडानें आच्छादिलेल्या टेबलावर करण्यांत येत होता तें 'चेकर टेबल' हा स्थानरेषापटाचाच एक प्रकार होता. चौदाव्या शतकांत होऊन गेलेल्या चॉसर नामक इंग्रज कवीनें एके जागीं पुरोहिताचें वर्णन करतांना (स्थानरेषापटावरील) पाषाणाच्या सोंगट्या त्याच्या पलंगाच्या डोक्याकडे असणाऱ्या कपाटावर पडलेल्या असत असें म्हटलें असून शेक्सपियरच्या काळींहि सोंगट्यांनींच हिशेब करीत असत, असें मानण्यास बराच आधार आहे.

स्थानरेषापटाचें स्वरूप व प्राचीनकाळीं त्याचा होत असलेला उपयोग यासंबंधीं वर जें विवेचन केलें आहे, त्यावरून शून्याची कल्पना अस्तित्वांत येण्यापूर्वीं अंकांनां स्थानीय किंमत देऊन निरनिराळीं संख्याचिन्हें शक्य तितकीं कमी करण्याचा शोध लागला असला पाहिजे हें स्पष्ट होत आहे. स्थानरेषापटाच्या ज्या शेवटच्या स्वरूपाचें वर वर्णन करण्यांत आलें आहे, तें अर्वाचीन संख्यालेखनाच्या अगोदरची पायरी आहे. यानंतर मोकळ्या घरामध्यें कांहीं तरी म्हणजे शून्याचें चिन्ह लिहिण्याची कल्पना सुचतांच, प्रत्येक अंकाचें स्थान ओळखण्यास घरांची आवश्यकता न राहिल्याकारणानें स्थानरेषापट मागें पडून सांप्रतची शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखनपद्धति उदयास आली.

हिंदुस्थानांत जेव्हां ग्रीकांचें ज्योतिष आणि फलज्योतिष शिरलें तेव्हां त्यांची संख्यापाटीहि फलज्योतिषाचें हत्यार म्हणून शिरली आणि तो शब्द फलज्योतिष्याच्या कोष्टकास लागून आपल्या पंचांगांतील अवकहडा चक्राची उत्पत्ति झाली असावी.

शून्यान्वित नऊ अंकी दशमानात्मक संख्यालेखन-पद्धति हिंदूंनीं काढली.—आज सर्वत्र प्रचारांत असलेली दशमानात्मक शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखनपद्धति भरतखंडांतील लोकांनीं शोधून काढली असें जें मानण्यांत येतें त्यास प्रत्यक्ष पुरावा म्हटला म्हणजे ज्या अरब लोकांपासून इसवी सनाच्या बाराव्या शतकांत यूरोपखंडांतील लोक ही सुधारलेली संख्यालेखनपद्धति शिकले त्यांच्याच ग्रंथकारांचा व कांहीं ग्रीक ग्रंथकारांचा कबुलीजबाब होय. दहाव्या शतकाच्या अखेरीच्या सुमारास हिंदुस्थानांत येऊन गेलेल्या मसौदी नामक इतिहासकारानें ‘ मेडोज ऑफ गोल्ड ’ नांवाच्या आपल्या ग्रंथांत एके ठिकाणीं असें म्हटलें आहे कीं, हिंदुस्थानच्या सार्वभौम राजानें बोलाविलेल्या पंडितांच्या सभेनें नऊ अंकांची अंकमाला स्वबुद्धीनें तयार केली. हिंदू पंडितांच्या एका सभेनें वादविवाद करून हे अंक निश्चित केले असें जें मसौदी म्हणत आहे तें जरी फारसें शक्य दिसत नाहीं, तरी प्रस्तुत इतिहासकार आपल्या लेखांत कोठें चूक राहूं नये व निराधार विधान केलें जाऊं नये अशाबद्दल फार दक्ष असल्याविषयीं प्रसिद्ध आहे एवढें मात्र विसरतां कामा नये (बेली). इ. स. ७७३ सालीं अरब लोकांनां हिंदूंचीं मूळ संख्याचिन्हें आणि त्यांची संख्या मांडण्याची व हिशेब करण्याची पद्धति ह्या गोष्टी प्रथम अवगत झाल्या असें दिसतें. इसवी सनाच्या नवव्या शतकाच्या आरंभीं अबु जफर मुहम्मद अल् ख्वारिज्मी ह्या अरब ग्रंथकारानें पुस्तक लिहून हिंदु गणिताचें विवेचन केलेलें आढळतें. ह्या हिंदु संख्यालेखनपद्धतीचें अरब व ग्रीक लोकांनीं जें प्रमाणाबाहेर स्तुतिस्तोत्र गाइलें आहे त्यावरून अरबांनां समजली ती हिंदुस्थानांतील जुनी संख्यालेखनपद्धति किंवा शून्यरहित दशमानात्मक स्थानरेषापटाची पद्धति असणें संभवनीय दिसत नसून, शून्यान्वित नऊ अंकी संख्या लिहिण्याच्या रीतीस अनुलक्षूनच त्यांची स्तुति असली पाहिजे हें उघड आहे [बेली]. दहाव्या शतकांत होऊन गेलेला अव्हिसेना नांवाचा ग्रंथकार व दुसरेहि कित्येक ग्रंथकार नऊ अंक व शून्य अशा दहा चिन्हांवर रचलेली अर्वाचीन दशमूलक अंकगणिताची पद्धति हिंदूंची आहे असेंच सांगतात. अलबेरुणी नांवाच्या ज्या अरब विद्वानानें हिंदु ज्योतिष व गणित शास्त्र यांचा चांगला अभ्यास केला होता इतकेंच नव्हे, तर ज्यानें कित्येक वर्षें हिंदुस्थानांत राहून संस्कृतचें अध्ययनहि केलें होतें, त्यानें इ. स. १०३० च्या सुमारास हिंदुस्थानासंबंधीं लिहिलेल्या हकीकतींत अंकांसंबंधीं सुधारणेचें श्रेय सर्वस्वीं हिंदू लोकांसच दिलें आहे. पौरस्त्य देशांत बहुतेक सर्वत्र अंक ह्या अर्थी प्रचारांत असलेल्या ‘ हिंदसा ’ शब्दाचा मूळ अर्थहि हिंदूचा असाच असल्यानें अंकांचें कर्तृत्व हिंदू लोकांस देणेंच भाग पडतें. यासंबंधीं लिहितांना मि. के यांनीं सन १९०७ मध्यें लोकांच्या असें नजरेस आणलें कीं, पंधराव्या शतकाच्या सुमारास फिरोज अबदि नांवाचा जो शब्दव्युत्पत्तिशास्त्रज्ञ होऊन गेला त्यानें ‘हिंदसा’ शब्दाची व्युत्पत्ति अंदाजह म्हणजे परिमाण ह्या शब्दापासून दाखविली आहे [ज. बं. ए. सो. १९०७, पृ. ४७५]. तथापि इतक्या अलीकडे झालेल्या शब्दव्युत्पत्तिशास्त्रज्ञाच्या कथनावरून त्याच्या चार पांच शतकें अगोदर होऊन गेलेल्या ग्रंथकारांची माहिती खोटी ठरविणें युक्त नाहीं असें पं. ओझा यांनां वाटतें. [भा. प्रा. लि. पानें ११८-१९].

उपरिनिर्दिष्ट अरब लेखकांनीं नवीन अंकगणिताचें जनकत्व हिंदू लोकांच्या गळ्यांत अडकविलें आहे तें गणित विषयांतील ग्रीक लोकांच्या कार्यासंबंधीं अज्ञान असल्यामुळें त्यांनीं केलें असें ह्मणावें, तर आठव्या शतकाच्या प्रारंभीं देखील अरब लोक ग्रीकांच्या अंकगणितांतील रीतीचा उपयोग करतांना आढळून येत असून टालेमीच्या अल्माजेस्ट नामक ग्रंथाला ११व्या शतकाच्या आरंभीं अग्रेसरत्वाचा मान होता असें अलबेरुणीच्या एका लेखावरून स्पष्ट दिसतें. त्याचप्रमाणें तेराव्या शतकांत होऊन गेलेला अबुल् फर्ज ह्या ग्रंथकार डायो फँटस् ह्या ग्रीक बीजगणितज्ञासंबंधीं ज्या प्रकारें लिहितो त्यावरून त्याच्या काळींहि सदरहू ग्रीक पंडिताचें बीजगणितविषयांतील धुरीणत्व अरब लोकांनां कबूल होतें असें म्हणणें प्राप्त होतें. ह्या सर्व गोष्टी अंकांच्या उत्पत्तीसंबंधीं अरब इतिहासकारांचीं विधानें निःपक्षपातीपणाचीं आहेत हेंच सिद्ध करतात [बेली]. स्वतः ग्रीक ग्रंथकार देखील संख्यालेखनांतील सुधारणेचें श्रेय स्वतःकडे घेऊं इच्छित नाहींत. चौदाव्या शतकांत होऊन गेलेला प्लानूडस नांवाचा ग्रंथकार शून्याचें चिन्ह हिंदूंनीं शोधून काढलें असें ह्मणत असून [कँटॉर पृष्ठ ३७३] त्याच सुमारास निओफायटस नामक ग्रंथकारानेंहि शून्याचें चिन्ह व त्याच्या सोबतचीं नऊ चिन्हें ही हिंदूंचीच कर्तबगारी आहे असें लिहून ठेविलें आहे [कँटॉर, पृष्ठ ४१८].

वर दिलेल्या प्रत्यक्ष पुराव्यांशिवाय आणखींहि एक निराळ्या प्रकारचा पुरावा उपलब्ध आहे. त्याची आपणांस प्रत्यक्ष पुराव्यामध्यें जरी गणना करतां येत नाहीं तरी इतर पुराव्यांमध्यें त्यास पहिलें स्थान देणें अवश्य आहे. हा पुरावा ह्मणजे आर्यभटाच्या अंकगणितांत आपणांस ज्या गोष्टी पहावयास मिळतात त्या होत. आर्यभटाचा जन्म इ. स. ४७५ सालीं झाला असून त्याच्या गणितांत, दिलेल्या संख्येचें वर्गमूळ काढण्यासाठीं दोन दोन अंकांचे व घनमूळ काढण्यासाठीं तीन तीन अंकांचे हल्लींप्रमाणेंच भाग पाडावयास सांगितलें आहे. जोंपर्यंत अंकांनां स्थानीय किंमत आली नव्हती तोंपर्यंत आर्यभटानें वर्गमूळ व घनमूळ काढण्याची

जी रीति सांगितली आहे तिचा आविष्कार होणें शक्य नव्हतें [बेली]. आर्यभटानें आपल्या ग्रंथांत जी अक्षरांकमाला वापरली आहे तिचें स्पष्टीकरण करतांना त्यानें 'ख' शब्द 'शून्य' ह्या अर्थी वापरलेला आहे [आर्यभटीय आर्या १]. सहाव्या शतकांत होऊन गेलेल्या वराहमिहिरानें तर आपल्या 'पंचसिद्धांतिका' नामक ग्रंथांत शून्याचा व त्याच्या समानार्थक शब्दांचा अनेक वेळां उपयोग केलेला आहे. उदाहरणार्थ, ३७५० ही संख्या त्यानें खवाणाद्रिरामाः असा शब्दप्रयोग करून दाखविली असून त्यांतील ख, वाण, अद्रि व राम ह्या शब्दांचे अनुक्रमें शून्य, पांच, सात व तीन असे अर्थ आहेत. ज्या अर्थी वराहमिहिरानें चार अंकी संख्या दर्शविण्याकरितां चार पदांचा उपयोग केला आहे त्या अर्थी त्याला अंकांचें स्थानमाहात्म्य ठाऊक असलें पाहिजे. कारण, जुन्या हिंदु संख्यालेखनांत ही संख्या लिहिण्याकरितां तीन हजार, सातशें व पन्नास ह्या तीन घटक संख्यांची तीन चिन्हें एकापुढें एक मांडीत असल्यामुळें, अंकांच्या स्थानीय किंमतीचें वराहमिहिरास ज्ञान नसतें तर त्यानें तीनच पदांच्या प्रयोगानें ही संख्या व्यक्त केली असती. अशा प्रकारचे जे अनेक प्रयोग पंचसिद्धांतिकेंत येतात त्यांपैकीं कांहीं थोडक्यांचा उल्लेख अगोदर करण्यांत आला आहे, तो उदाहरणार्थ पहावा. परंतु ही संख्यालेखनपद्धति वराहमिहिराच्या अगोदरहि कित्येक शतकांपासून प्रचलित असण्याचा संभव आहे. कारण वराहमिहिरानें पुलिश, रोमक, वसिष्ठ, सौर व पितामह ह्या पांच सिद्धांतग्रंथांचें वर्णन केलें असून शिवाय त्याच्या ग्रंथांत लाटाचार्य, सिंहाचार्य, सहाचार्यांचा गुरु, आर्यभट, प्रद्युम्न व विजयनंदी यांच्या नांवांचा व मतांचा प्रसंगवशात् उल्लेख आलेला आहे [पंचसिद्धांतिका १ । ३, १४ । ४४, १४ । ४५, व १४ । ५९. भारतीय प्राचीनलिपिमाला पान ११६]. अर्थात् ज्योतिषशास्त्रांतील हे सर्व सिद्धांतग्रंथ व आचार्य वराहमिहिराच्या अगोदर होऊन गेले असले पाहिजेत हें उघड आहे. यांपैकीं पहिल्या आर्यभटाच्या आर्यभटीय ग्रंथाशिवाय दुसरा कोणताहि ग्रंथ आज उपलब्ध नसल्यामुळें पंचसिद्धांतिकेंतील संख्यालेखनपद्धति केव्हांपासून प्रचलित होती याविषयीं निश्चित असें अनुमान आपणांस काढतां येत नाहीं. तथापि भट्टोत्पलानें वराहमिहिराच्या बृहत्संहितेवरील टीकेंत कित्येक ठिकाणीं पुलिशसिद्धांतांतील वचनें उध्दृत केलीं असून एके ठिकाणीं मूल पुलिशसिद्धांताच्या नांवावर एक श्लोकहि घेतलेला आहे [शं. बा. दीक्षितरचित भारतीय ज्योतिःशास्त्र पानें १६२-६३]. त्यांत वराहमिहिराचीच अंकपद्धति पहावयास मिळत असल्यामुळें तिचा प्रचार वराहमिहिराच्या अगोदरपासून होता असें साहजिकच अनुमान निघतें. पंजाबामधील युसफजई जिल्ह्यांतील बख्शाली नामक गांवीं भूर्जपत्रावर लिहिलेली एक जुनी जमिनींत पुरून ठेविलेली अंकगणिताची प्रत सांपडली आहे. डॉ. हॉर्नले यानें ती प्रत इसवी सनाच्या तिसऱ्या किंवा चौथ्या शतकांतील असावी असें अनुमान केलें असून [इं. अँ. पु. १७, पा. ३६] हें अनुमान खरें ठरलें तर नवीन शैलीच्या अंकांची उत्पत्ति ख्रिस्ती शकाच्या आरंभीं किंवा त्याच्याहि अगोदर झाली असली पाहिजे असें डॉ. बुह्लर यांचें मत आहे [बुह्लर, इं. पॅ. पृ ८२].

वर ज्या संस्कृत ज्योतिष ग्रंथांचा उल्लेख आला आहे त्यांत सर्व संख्या शब्दांत व्यक्त केल्या असल्यामुळें त्यांतील शून्य, ख, इत्यादि शब्दांचा अर्थ शून्याचें चिन्ह असा करावयाचा किंवा स्थानरेषापटावरील मोकळें घर एवढाच घ्यावयाचा हें स्पष्ट होत नाहीं असा संशय एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिकांत व्यक्त केलेला आहे [ब्रिटानिका, पु. १९, पा. ८६८]. शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखनपद्धतीनें ज्यांत आंकड्यामध्यें संख्या लिहिली आहे व ज्याचा काळ आपणांस नक्की ठाऊक आहे असा सर्वांत जुना लेख म्हटला म्हणजे सांखेडा येथें मिळालेलें एका गुर्जरवंशी राजाचें दानपत्र होय. यांतील कळचुरि संवत् ३४६ (म्हणजे इ. स. ५९५) हा अगोदर शब्दांत लिहून मग आंकड्यांत दिला आहे [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. ११५]. त्यानंतरचा दुसरा जो लेख उपलब्ध आहे तो इ. स. ७३८ मध्यें लिहिलेला आहे [बेली व ब्रिटानिका]. यावरून एवढी गोष्ट तर अगदीं निर्विवाद सिद्ध होत आहे कीं, हिंदुस्थानांत निदान स्थानरेषापट तरी इसवी सनाच्या सहाव्या शतकाच्या अगोदरपासूनच प्रचलित असून अर्वाचीन संख्यालेखनपद्धतीहि आठव्या शतकापूर्वीच येथील लोकांस अवगत झाली होती. इसवी सनाच्या दहाव्या शतकाच्या उत्तरार्धापर्यंत जुन्या संख्यालेखनपद्धतीचाच बहुधा व्यवहारांत उपयोग केलेला आढळतो; परंतु त्यानंतर सर्वत्र सुधारलेल्या संख्यालेखनाचें साम्राज्य दृष्टीस पडतें [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. ११५]. उलट पक्षीं, खलीफ वलीद (७०५-७१५) ह्याच्या कारकीर्दीपर्यंत अरबांनां नवीन संख्यालेखनाची गंधवार्ताहि नव्हती [वोएप्के, बेली व ब्रिटानिका]. त्यानंतर केव्हां तरी त्यांनां नवीन संख्यालेखनपद्धतीचें ज्ञान झालें व इसवी सनाच्या बाराव्या शतकांत ह्या संख्यालेखनाचा यूरोपखंडांत प्रवेश झाला. यूरोपांत शून्यरहित नऊ अंकी स्थानरेषापटाचा इ. स. ९७०-८० च्या सुमारास न्हीम्स येथें प्रथम उपयोग केल्याचें आढळून येतें [ब्रिटानिका, पु. १९, पृ. ८६८], व इंग्लंडांत तर पंधराव्या शतकांत व त्यानंतरहि कांहीं वर्षेंपर्यंत चेकर्स टेबलसारख्या स्थानरेषापटाचाच उपयोग करण्यांत येत होता. दहाव्या शतकाच्या अगोदरहि यूरोपखंडांत अबकस अथवा स्थानरेषापट अस्तित्वांत असल्याविषयीं 'जॉमेट्रिआ' नांवाच्या पुस्तकांत एका ठिकाणीं उल्लेख असून हें पुस्तक पांचव्या शतकांतील आहे असें म्हणतात. पण त्याच्या विश्वसनीयतेबद्दल बरीच शंका आहे (ब्रिटानिका). सारांश, हिंदुस्थानांत जेव्हां शून्यान्वित नऊ अंकी दशमानात्मक संख्यालेखनपद्धति प्रचारांत असल्याचें

आढळतें तेव्हां हिंदुस्थानाबाहेरील संख्यालेखन अपरिपक्व दशेंतच होतें असें दिसून येतें. अर्थात् सुधारलेल्या संख्यालेखनाचा शोध हिंदुस्थानांतच लागून मग त्याचा हिंदुस्थानाबाहेर प्रसार झाला असला पाहिजे.

अर्वाचीन अंकांच्या व संख्यालेखनपद्धतीच्या इतिहासांतील सर्वसंमत मुद्दे.—अर्वाचीन अंक व संख्यालेखनपद्धति ह्यांच्या उत्पत्तीसंबंधीं ज्या गोष्टी आज सर्वसंमत झाल्या आहेत त्या पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत. आजच्या पूर्णावस्थेस आलेल्या शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखनपद्धतीचा उदय हिंदुस्थानांत झाला असून आठव्या शतकाच्या अखेरीच्या सुमारास अरब लोकांनां तिचें ज्ञान झालें. नवव्या शतकाच्या आरंभीं अरब ग्रंथकार अल ख्वारिझ्मी यानें अंकगणितावर एक पुस्तक लिहून तिचें अरबींत विवरण केलें. बाराव्या शतकांत यूरोपखंडांतील लोक ती अरबांपासून शिकले व तिच्यावर बसविलेल्या अंकगणितास त्यांनीं 'अल्गोरिट्मस्' 'आल्गोरिथम्' किंवा 'अल्गोरिझम्' असें नांव दिलें. वर सांगितलेली तीनहि प्राचीन यूरोपीय अंकगणितांचीं नांवें अल ख्वारिझ्मी ह्या शब्दाचेच अपभ्रंश असावे असा रेनॉड यानें जो तर्क केला होता तो आतां सदरहू अरब पंडिताच्या ग्रंथाच्या (बहुधा बाथचा अल्डेहार्ड यानें केलेल्या) लॅटिन भाषांतराची एक हस्तलिखित प्रत केंब्रिज येथें सांपडल्यापासून खरा ठरला आहे. प्रस्तुत हिंदी संख्यालेखनपद्धतीचा, पुढें तेराव्या शतकांत होऊन गेलेल्या 'लिओनार्डो ऑफ पिसा' व 'मॅक्झिमस प्लॅनूडस' ह्या पंडितांनीं यूरोपच्या अनुक्रमें पश्चिम व पूर्व भागांत प्रसार केला [ब्रिटानिका].

अंकचिन्हें कोणीं कोणापासून घेतलीं.—आज सर्वत्र प्रचारांत असलेली केवळ संख्यालेखनपद्धतीच नव्हे, तर नऊ प्राथमिक अंक व शून्य यांचीं चिन्हेंहि मुळांत हिंदींच आहेत. दहाव्या शतकाच्या उत्तरार्धांत र्‍हीम्स येथें जर्बर्ट यानें स्थानरेषापटावर वापरलेलीं चिन्हें काय, किंवा 'जॅमेट्रियाचें कर्तृत्व ज्याच्याकडे देण्यांत येतें त्या बोएशसचीं पांचव्या शतकांतील चिन्हें काय, नवीन संख्यालेखनपद्धतींतील त्या त्या हिंदी अंकांसारखीं असून, पुन्हां हे नवीन हिंदी अंक जुन्या हिंदी संख्यालेखनपद्धतींतील अंकांपासून तयार झालेले आहेत. अरबांनीं आपले अंक हिंदी अंकांपासून तयार केले असें अल्बेरुणीनेंच म्हटलें आहे. स्वतः अरब लोकांत दोन प्रकारचे हिंदी अंक प्रचलित असून त्यांतील पश्चिमेकडे ज्यांचा प्रचार होता त्यांस घोबर [घोबर = धुळ] अंक असें म्हणत असत. पूर्वेकडील व पश्चिमेकडील अरबी अंकांत विशेष फरक आढळून येत नाहीं हें जरी खरें आहे तरी, नवीन पद्धतीनें संख्यालेखन सुरू होण्यापूर्वी यूरोपांत स्थानरेषापटावर जे अंक वापरण्यांत येत होते त्यांचें पूर्वेकडील अरबी अंकांपेक्षां स्पेन व आफ्रिका या देशांत प्रचारांत असलेल्या घोबर अंकांशीं अधिक साम्य होतें [ब्रिटानिका]. निओपायथॅगोरियन्सनीं 'सायफॉस', प्लानूडस व निओफायटीस ह्या ग्रीक ग्रंथकारांनीं 'झिफ्रा' व लिओनार्डो ऑफ पिसा यानें 'झेफिरो' असे जे निरनिराळे शब्द शून्याकरितां प्राचीनकाळीं वापरलेले आढळतात, ते सर्व, संस्कृत भाषेंतील शून्य म्हणजे मोकळी जागा ह्या शब्दाचा समानार्थक अरबी भाषेंत जो 'सिफ्र' असा शब्द आहे त्यापासून घेतलेले असून, इंग्रजींतीऌ झीरो हा शब्द लिओनार्डोच्या झेफिरो शब्दापासून निष्पन्न झाला आहे [बेली]. त्याचप्रमाणें ग्रीक झिफ्रा ह्या शब्दाचें फ्रेंचमध्यें 'शीफ्र' असें रूपांतर होऊन त्यापासून मग इंग्रजींत सायफर हा शब्द रूढ झाला. सोबत जे आकृतिपट दिलेले आहेत त्यांवरून प्राचीन शैलीच्या हिंदी अंकांचें नवीन शैलीच्या हिंदी अंकांत कसें परिवर्तन झालें, व ह्या नवीन शैलीच्या जुन्या हिंदी अंकांचें पूर्वेकडील व पश्चिमेकडील प्राचीन अरबी अंकांशीं बोएशसच्या अंकांशीं व अर्वाचीन अंकांशीं कितपत साम्य आहे तें दिसून येईल.

स्थानरेषापटाची जन्मभूमि.—अर्वाचीन अंकांच्या व संख्यालेखनाच्या इतिहासांतील वादग्रस्त मुद्दे झटले म्हणजे (१) हिंदी अंकांची व संख्यालेखनपद्धतीची उत्पत्ति केव्हां व कशी झाली आणि [२] शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखनाचा यूरोपांत प्रवेश होण्यापूर्वी शून्यरहित नऊ अंकी स्थानरेषापटासारख्या एखाद्या अपरिपक्वदशेंत असलेल्या संख्यादर्शनाच्या हिंदी पद्धतीनें अगोदर पुढें जाऊन तेथें सुधारणेची पूर्वतयारी करून ठेविली होती किंवा काय हे होत. यांपैकीं पहिल्या मुद्द्यांतील हिंदी अंकांच्या उत्पत्तीसंबंधीं प्रश्नाचा विचार प्रथमारंभींच करण्यांत आला आहे. पहिल्या मुद्द्यांतील दुसऱ्या भागाचा विचार करण्यापूर्वी एवढें लक्ष्यांत ठेवणें अवश्य आहे कीं, संख्यालेखनाच्या विकासांतील स्थानरेषापटाची कामगिरी जरी आपणांस उघड उघड दिसत आहे व अर्वाचीन शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखन हिंदुस्थानांतच परिणतावस्थेस पोंचलें हें जरी तितकेंच स्पष्ट झालें आहे, तरी हिंदुस्थानांत पूर्वी प्रचलित असलेला कोणत्याहि प्रकारचा स्थानरेषापट अथवा त्यावरील संख्यालेखन आज उपलब्ध नाहीं. पूर्वी हिंदुस्थानांत स्थानरेषापटावरील संख्यालेखनासारखी एखादी शून्यरहित दशमानात्मक पद्धति विकास पावली असली पाहिजे हें दाखविण्यास आज आपल्या जवळ प्रत्यक्ष असा जरी कांहीं पुरावा नाहीं, तरी ही गोष्ट सिद्ध करण्यासाठीं बेली साहेबांनीं निरनिराळ्या प्रकारचे जे अप्रत्यक्ष पुरावे दिले आहेत ते असेः—

(१) पायथॅगोरसनेंच अबकस हें यंत्र प्रथम ग्रीसमध्यें आणलें असा प्राचीन काळीं सार्वत्रिक समज होता; व लिओनच्या राडुल्फस यानें स्पष्ट म्हटलें आहे कीं अबकस उर्फ स्थानरेषापट किंवा गणितपाटी हें यंत्र पौरस्त्यांचें असून ग्रीक लोकांनां तें खाल्डियांतून प्राप्त झालें. टेलरच्या 'लीलावती' नामक संस्कृत ग्रंथाच्या प्रस्तावनेंत 'हिंदूंचे

गणनायंत्र ह्मणजे एक लांकडी तक्ता पांढरा रंगविलेला असून त्यावर तांबडी वाळू पसरलेली असते' असें ह्मटलें आहे; व या हिंदी गणितपाटीशीं पायथॅगोरस वगैरे ग्रीक लोकांच्या पाश्चात्य अबकसचा कांहीं संबंध असेल असें वाटण्याचें कारण, अबक ह्या सेमेटिक शब्दाचा मूल अर्थ धूळ असा असून ग्रीक व लॅटिन भाषांत अवकस ह्या शब्द सपाट तक्ता, पाट अथवा फळी ह्या अर्थी पुष्कळ ठिकाणीं वापरलेला आहे.

(२) हिंदुस्थानांत, चीन व रशिया ह्या देशांत अद्यापीहि जें एक प्रकारचें अवकस पहावयास मिळतें त्यांत लांकडाच्या एका उभ्या चौकटींत स्थानवाचक ओळी दाखविण्यासाठीं एकावर एक अशा समांतर तारा बसविल्या असून, अंक दाखविण्यासाठीं प्रत्येकींत नऊनऊ मणी ओंवलेले असतात. जवळजवळ अशाच प्रकारचें एक रोमन अवकसहि सांपडलें आहे.

(३) अरबांनां हिंदु संख्यालेखनाचें ज्ञान झाल्यावर, इ. स. ८२५ च्या सुमारास अलख्वारिझ्मी यानें हिंदु अंकगणितावर एक ग्रंथ लिहिला. अलख्वारिझ्मीच्या हिशेव करण्याच्या पद्धती उपलब्ध आहेत त्यांत शून्याचा उपयोग आहे. तथापि वोएप्केनें आपल्या ग्रंथांत अलख्वारिझ्मीच्या ज्या गुणाकाराच्या पद्धती वर्णिल्या आहेत त्यांवरून सदरहू रीती स्थानरेषाकोष्टकाच्या व्यवस्थेशीं जुळाव्या अशा धोरणानेंच बसविलेल्या स्पष्ट दिसत आहेत. शिवाय ज्यांतून अंकगणिताचा कांहीं भाग आहे अशा बहुतेक अरबी आणि पर्शियन हस्तलिखितांत हिशेबासाठीं कोष्टकाचा उपयोग केलेला आढळतो असें एम. रोडे यांनीं म्हटलें असून, फ्रीवर्ग येथें ग्रेगोरिअस रशियानें १५०३ सालीं प्रसिद्ध केलेल्या मार्गारिटा फिलॉसॉफिका नामक ग्रंथाचें आपल्या पुस्तकांत वर्णन करितांना कँटॉरनें त्या ग्रंथांतील अल्गोरिटमस उर्फ अलख्वारिझ्मी रीतींचा स्थानरेषापटावर उपयोग कसा करावयाचा यासंबंधींचें वर्णन दिलें आहे. आतां अलख्वारिझ्मीच्या म्हणून ज्या रीती प्रसिद्ध आहेत त्या वस्तुतः हिंदूंच्याच असल्यामुळें शून्याचें चिन्ह अस्तित्वांत येण्यापूर्वी हिंदू लोकांत स्थानरेषापटाचा उपयोग केला जात असावा असें दिसतें.

(४) शून्य या शब्दाचा आणि शास्त्रविषयक संस्कृत ग्रंथांतील ख, व्योम, वियत्, अंबर इत्यादि त्या शब्दाच्या पर्यायांचा मोकळी जागा हाच अर्थ अधिक सरळ असून हस्तलिखितांतील सोडलेली किंवा मोकळी जागा ह्या अर्थी ज्यांमध्यें शून्य शब्दाचा प्रयोग केलेला आहे असे शिलालेख डॉ. बुह्लर यास मिळाले आहेत. यावरून असें अनुमान निघतें कीं, आरंभीं शून्य हा शब्द स्थानरेषापटावरील मोकळ्या जागेकरितां वापरण्यांत येत असावा व पुढें त्या जागेकरितां जें चिन्ह निश्चित करण्यांत आलें त्याला तो लावण्यांत येऊं लागला.

(५) वरील अनुमानास पुष्टि देणारा शेवटचा पुरावा म्हटला म्हणजे ११ व्या, १२ व्या व १३ व्या शतकांतील सांपडलेल्या कांहीं पोथ्या होत. ह्या पोथ्यांच्या पानांवर उजव्या बाजूला अर्वाचीन पद्धतीनें पृष्ठांक घातले असून डाव्या बाजूला जुन्या व नव्या अंकांचें संमिश्रण करून जो पृष्ठक्रम दाखविला आहे त्यांत एकंचा अंक सर्वांच्या खालीं, दहंचा त्याच्यावर व शतंचा त्याच्याहि वर लिहिला आहे. या लिहिण्यांत अंकस्थानाच्या महत्त्वाची जी कल्पना दिसून येते तीं आडव्या अवकसच्या म्हणजे स्थानरेषापटाच्या व्यवस्थेवरूनच प्रथम सुचली असावी.

स्थानरेषापटाचा जन्मकाल व प्रसारः—स्थानरेषापटाचा शोध किती प्राचीन आहे व त्याचा यूरोपखंडांत केव्हां व कसा प्रवेश झाला याविषयीं निश्चित असें कांहींच अनुमान करतां येत नाहीं. वोएशसच्या जॉमिट्रिया नामक ग्रंथांत नऊ अंकी स्थानरेषापटाचा उल्लेख आला असून तें पुस्तक अस्सल आहे असें मॉरिट्झ कँटॉरनें प्रतिपादन केलें आहे. त्याचा युक्तिवाद वरोवर मानला तर पांचव्या शतकांत यूरोपीय लोकांनां हिंदी अंक अवगत असून ते त्यांचा स्थानरेषापटावर उपयोगहि करित असत असें म्हणणें प्राप्त होतें. जॉमेट्रियानें कोष्टकपद्धतीचें कर्तृत्व 'पिथॅगोरिसी' म्हणजे 'निओ (नूतन) पायथॅगोरिअन्स' यांनां दिलेलें आहे. तेव्हां असा एक संभव आहे कीं यूरोप व हिंदुस्थान यांच्या मधील दळणवळणाचा मार्ग चौथ्या शतकांत कुंठित होण्यापूर्वी केव्हां तरी हिंदी अंक व त्यांवरोवरच स्थानरेषापटांतर्गत अंकांच्या स्थानीय किंमतीची कल्पना अलेक्झांड्रियास जाऊन पोंचली असावी; व दहाव्या शतकांत जर्वर्ट यानें मागें पडलेल्या ह्या स्थानरेषापटाचेंच पुनरुज्जीवन केलें असावें. आतां आपण असें जर मानलें कीं शून्यान्वित नऊ अंकी हिंदी संख्यालेखनाचें ज्ञान होण्यापूर्वी पश्चिमेकडील अरबांनीं यूरोपीयांपासून वोएशसचे अंक घेतले, तर घोवर अंक, वोएशसचे अंक व अकराव्या शतकांतल्या यूरोपीय हस्तलिखितांतील अंक यांच्या मधील सादृश्याचा उलगडा होईल (वोएप्के). परंतु हें अनुमान ज्या आधारांवर करण्यांत आलें आहे तो अगदींच डळमळीत आहे. प्रथमतः 'जॉमेट्रिया' ग्रंथाच्याच अस्सलपणावद्दल शंका घेण्यांत आल्या आहेत. वोएशस व जर्वर्ट यांच्या दरम्यानच्या पांच शतकांच्या काळांत यूरोपखंडामध्यें स्थानरेषापटाचा मागमूसहि सांपडत नाहीं, हा ह्या अनुमानावरील दुसरा आक्षेप आहे. घोवर अंक व पूर्वेकडील अरवांचे अंक यांत म्हणण्यासारखा विशेष फरक नाहीं. व शिवाय हिंदुस्थानांत कधींकाळीं स्थानरेषापट अस्तित्वांत होता याबद्दलच अगोदर प्रत्यक्ष असा कांहीं पुरावा नसून, तो होता असें मानलें तरी तो तेथें केव्हां अस्तित्वांत आला याविषयीं आपणांस पूर्ण अज्ञान आहे. अशा स्थितींत कदाचित् असेंहि असूं शकेल कीं, शून्यरहित नऊ अंकी स्थानरेषापटाचें ज्ञान

जर्वर्टच्या वेळच्या यूरोपीय लोकांस अरबांकडून प्रथम झालें व शून्यान्वित नऊ अंकी संख्यालेखनाची माहिती त्यांनां मागाहून मिळाली [ब्रिटानिका, पु. १९, पृ. ८६८].

वरील विवेचनावरून संख्यांकांच्या विकासाच्या पायऱ्या येणेंप्रमाणें दिसतातः—संख्यांक पद्धतीचीं दोन अंगें:— (१) दशकपद्धति व (२) विशिष्ट अंकदर्शक चिन्हें. यांपैकीं दशकपद्धतीच्या अगोदर हिंदुस्थानांत दुसरी कोणतीहि पद्धति अस्तित्वांत दिसत नाहीं. या दशकपद्धतीवरून हिंदुस्थानांत स्थानरेषापटाची उत्पत्ति होऊन शून्याचें चिन्ह निघालें असावें. विशिष्टअंकदर्शक चिन्हांविषयीं दोन प्रकार दिसून येतात. एक प्रकार म्हटला म्हणजे अक्षरांचा अनुक्रमाच्या आंकड्यांऐवजीं उपयोग; व दुसरा प्रकार झटला म्हणजे अंकांच्या किंमतीइतक्या रेषा ओढणें. अक्षरांचा आंकड्यांऐवजीं उपयोग या पद्धतीनें संख्यांकदर्शकें उत्पन्न झालीं असें निश्चयानें सांगतां येत नाहीं.

प्रकरण ४ थें.

प्राथमिक ज्ञानाची उत्पत्ति-कालगणना, आणि तीसाठीं प्रारंभबिंदूची योजना.

कालगणनाशास्त्रामध्यें साधारणपणें तीन भाग पाडतां येतात. (१) वर्षाचें नामकरण किंवा एक वर्षाचा दुसऱ्या वर्षाशीं संबंध दाखविण्याची पद्धति; (२) वर्षांतर्गत दिवसांचें वर्गीकरण करण्याची व नामकरण करण्याची पद्धति; व (३) एका दिवसाचे भाग पाडण्याची पद्धति. कालगणनाशास्त्राचा विकास म्हणजे वर सांगितलेल्या या तीन पद्धतींचा विकास होय.

वर्षाचें नामकरण.—वर्षाचें नामकरण करण्याचें शास्त्र द्यावयाचें म्हणजे साठ संवत्सरांच्या योजनेसारखी प्रत्येक वर्षास निराळें नांव देण्याची कल्पना कशी निघाली वगैरे ऐतिहासिक विवेचन करावयाचें. एखाद्या कोणत्या तरी शकास प्रारंभ करून त्या शकाचीं वर्षें मोजावयाचीं ही वर्षनामकरणाची दुसरी पद्धति होय. या नामकरणाचा इतिहास द्यावयाचा म्हणजे वर्ष मोजण्यासाठीं निरनिराळे प्रारंभबिंदू कोणकोणते उत्पन्न झाले त्यांची माहिती द्यावयाची.

वर्षांतर्गत दिवसांचें वर्गीकरण व नामकरण.—महिना, पक्ष, आठवडा वगैरे महिन्याचे पोटभाग, त्याप्रमाणेंच ऋतु, त्रैमासिक ऋतु, चातुर्मासिक ऋतु, अयन, इत्यादि मापांनीं आजचें कालमापन होतें. वर्ष मनुष्याच्या दृष्टीस दिसणाऱ्या सौर परिभ्रमणावरून, म्हणजे वस्तुतः पृथ्वीच्या परिभ्रमणावरून मोजलें जाण्याची स्वाभाविकता, आणि महिना चांद्रमानानें मोजला जाण्याची स्वाभाविकता यामुळें दोन निरनिराळ्या कालमापनपद्धती चोहोंकडे निर्माण झालेल्या दिसत आहेत. या पद्धतींचा एकमेकींशीं संबंध कसा परिचित होत गेला, सूर्याच्या परिभ्रमणाचा काल कसा नक्की काढतां आला, त्याच्या संबंधानें शंका किंवा मतभेद अजून आहेत किंवा नाहींत वगैरे विषयांत येथें प्रवेश करण्याचें कारण नाहीं. निरनिराळ्या कालमापनविषयक कल्पना कशा प्रादुर्भूत झाल्या, रोजचा नित्यक्रम पार पाडण्यास लागणारें कालमापन कसें करण्यांत आलें, निरनिराळ्या राष्ट्रांत निरनिराळ्या पद्धतींचा जन्म होऊन एक पद्धतीचा प्रचार कसा झाला आणि कालाच्या प्रारंभबिंदूच्या योजनेमध्यें कांहीं थोडक्या शकांस आज जें प्रामुख्य आहे तें येण्यापूर्वी एखादा प्रारंभबिंदु योजून तो स्थित करण्याचे प्रयत्न काय काय झाले, यांच्या स्थूल कल्पना येथें दिल्या म्हणजे झालें.

कालमापन हें कर्मानुक्रमाच्या अनुषंगानें जन्मास आलें.—कालमापनपद्धतींचा विकास द्यावयाचा म्हणजे त्यांच्या अनुषंगानें राष्ट्रांच्या आयुष्यक्रमविषयक दुसऱ्या अनेक गोष्टी देणें प्राप्त होतें. कालमापन हें कार्य ज्या कोणत्या व्यवहारामुळें होतें त्याची थोडी तरी माहिती लागते. हिंदुस्थानांतील कालमापनासंबंधाचे म्हणजे पंचांगासंबंधाचे तंटे जर आपण पाहिले तर ते बरेचसे धार्मिक विधींशीं गुंतलेले दिसतात. रामनवमी आज कीं उद्या, वर्षप्रतिपदा आज कीं उद्या यासंबंधाचे तंटे आपण पाहतोंच. जेव्हां एखादा पारमार्थिक संप्रदाय दुसऱ्यापासून फुटून निघतो तेव्हां त्या वेळीं जे ज्योतिषविषयक मतभेद उत्पन्न झालेले असतील त्यांचाहि परिणाम त्या संप्रदायांच्या नियमांवर होतो. स्मार्तांनीं जर पहिल्या दिवशीं एकादशी करावयाची तर भागवतांनीं दुसऱ्या दिवशीं. हे धार्मिक तंटे आपण देऊं लागलों तर कालमापनपद्धतीचा इतिहास बराच मनोरंजक करतां येईल. आज सेहेनशाही आणि कदमी पारशी वैवाहिक बाबतींत एकमेकांपासून बरेचसे निराळे व अलग कां, तर ह्मणे दोन जातींत निरनिराळीं पंचांगें वापरतात म्हणून. केवळ हिंदू व पारशी यांच्या इतिहासांतच सामाजिक भांडणें, भिक्षुकी तंटे, व्रतें, उत्सव, उद्यापनें यांशीं कालमापनपद्धतीचा इतिहास संबद्ध आहे असें नाहीं, तर पाश्चात्य लोकांतहि तीच कथा आहे. ज्योतिषविषयक तंटे पारमार्थिक तंट्यांशीं फार संबद्ध आहेत.

कालगणनेचा नैसर्गिक व व्यावहारिक गोष्टींशीं संबंध.—कालगणना करतांना मनुष्यांच्या कांहीं इच्छांस अवकाश मिळालेला आहे. एक इच्छा कालगणना आणि नैसर्गिक गोष्टी यांची जुळणी झाली पाहिजे ही होय. दुसरी इच्छा आपल्या आयुष्यांत आपणांस करावयाच्या गोष्टी करण्याची वेळ पंचांगावरून काढतां आली पाहिजे. उदाहरणार्थ, मृगाचा पाऊस पडला म्हणजे नांगरावयास लागावें, हा नियम घ्या. यांत शेतकऱ्यास मृगाचा पाऊस ओळखण्याइतकें ज्ञान गृहीत धरलें आहे. तिसरी इच्छा म्हणजे उत्सव किंवा विधी यांचे काल बिनचूक सांगतां आले

पाहिजेत. शेतकऱ्याला केवळ नांगरणी व लावणीच करावयाची नसते, तर वर्षांत अनेक गोष्टी ठराविक वेळीं करावयाच्या असतात. म्हणून त्याला वर्षांतील कालांची निरनिराळीं दर्शकें पाहिजेत. शेतकऱ्यास नक्षत्रावरून आपल्या कामापुरतें कालमापन सोपें होतें. यामुळें नक्षत्रांस महत्त्व स्वाभाविकपणें येणार. शेतकऱ्यास आपला कार्यक्रम ठरविण्यास योग्य म्हणजे सौरवर्ष होय. अमावास्या व पौर्णिमा या नैसर्गिक गोष्टी प्रत्येक मनुष्यास परिचित असतात. त्या नियमित काळानें येतात त्यामुळें त्यांचा उपयोग कालगणनेंत करणेंहि स्वाभाविक होय. धार्मिक उत्सव जेव्हां वर्षांतील ठराविक कृत्यांशीं संबद्ध असतात तेव्हां त्यांचा काल थोडाबहुत निश्चित असतो; पण दिवस निश्चित करण्याकरितां ज्योतिषाची मदत लागते. त्यामुळें उत्सव, विधि वगैरे सर्व बाबतींत ज्योतिषाचा संबंध उत्पन्न होतो.

ज्योतिषाशीं असंबद्ध दिसणारें कालमाप.—ज्योतिषाशीं म्हणजे नैसर्गिक गोष्टींशीं असंबद्ध, वार्षिक कृत्यमालिकेशीं असंबद्ध असें कालमाप म्हटलें म्हणजे आठवडा होय. यांतील दिवसांच्या अनुक्रमासंबंधानें ज्योतिर्विषयक कल्पना पुढें पंचांगविवेचन करतांना दिली आहे. या आठवड्याचा विकास कांहीं अंशीं धार्मिक आवश्यकतेमुळें झाला असावा. हिंदुस्थानामध्यें आठवड्यास धार्मिक महत्त्व फारसें नव्हतें. असलें तर तें बरेंच उत्तरकालीन असावें. सोमवार करणारे स्त्रीपुरुष आणि शनिवार करणाऱ्या बायका या आठवड्याच्या कल्पनेस कारक झाल्या नसून सप्तवासरमालिका स्थापन झाल्यानंतर ही वार करण्याची पद्धति उत्पन्न झाली असावी अशी शंका येते. नाक्षत्रिक कालमापन किंवा मासिक कालमापन यांचा विकास आपणांस हिंदुस्थानांतच शोधितां येईल. पण साप्ताहिक कालचक्राचा विकास शोधण्यास आपणांस पश्चिमेकडे धांव घ्यावी लागेल. पूर्वेकडे—तिबेट, चीन, जपान या देशांकडे ही साप्ताहिकमानपद्धति नाहीं. साप्ताहिकमानपद्धति पश्चिम आशियांत उत्पन्न झाली आणि यूरोपांत व उत्तर आफ्रिकेंत पसरली. आफ्रिकेच्या इतर भागांत तीन, चार, पांच किंवा सहा दिवसांच्या समुच्चयानें कालगणना करण्यांत येते. पांच दिवसांचा कालसमुच्चय इराण, मलय, जावा सेलिबीस, न्यूगिनी, मेक्सिको व प्राचीन स्कांडिनेव्हिया येथें वापरीत असत. पंचाह्निक कालमापन व पांच दिवसांनीं बाजार भरविण्याची चाल यांत कार्य कोणतें व कारण कोणतें म्हणजे कशामुळें काय झालें, याविषयीं भिन्न मतें व्यक्त करण्यांत येतात.

चंद्रावरून महिने मोजावयाचे, तर ते सूर्यावरून मोजतां येणार नाहींत काय? आकाशाचे नक्षत्रानुरूप भाग पाडावयाच्या ऐवजीं राशींवरून भाग पाडले तर सौर वर्षाचे बारा भाग पाडतां येतील; या साध्या कल्पनेचा सुद्धां विकास होण्यास बरेच दिवस लागले. ग्रीकादि पाश्चात्त्य राष्ट्रांचा हिंदुस्थानाशीं संबंध येण्यापूर्वी राशीतारकांचें अवगमन, नामकरण, आणि कालगणनेकडे उपयोग यांची हिंदुस्थानांत माहिती नव्हती असें संशोधकांपैकीं अधिक प्रबल पक्षाचें मत आहे.

पंचांगविषयक शास्त्रीय देवघेवीची कथा.—पंचागघटनेचा प्राचीन कालापासून इतिहास द्यावयाचा म्हणजे, ज्या दीर्घ प्रदेशामध्यें शास्त्रीय देवघेव होती आणि ज्या प्रदेशामध्यें नव्हती असे जगाचे दोन भाग पाडून ज्या भागांत देवघेव नव्हती त्या भागांतील मृत झालेला शास्त्रीय प्रयत्न आणि ज्या भागांत देवघेव होती त्या भागांतील शास्त्रीय सातत्य देण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. देवघेव नव्हती असा भाग म्हटला म्हणजे प्राचीन इजिप्तच्या संस्कृतीपासून आणि मुसुलमानी संस्कृतीपासून अलिप्त असा आफ्रिका प्रदेश आणि यूरोपीय जातीच्या ताब्यांत येण्यापूर्वींचा अमेरिकेंतील काल होय. तसाच ग्रीस व इटली यांच्या संस्कृतीचा परिणाम होण्यापूर्वींचा यूरोपीय राष्ट्रांचा म्हणजे केल्टिक वगैरे लोकांचा शास्त्रीय प्रयत्न मृत विद्येंतच मोडेल. देवघेव असलेल्या प्रदेशांतील शास्त्रीय सातत्याचें आणि देवघेवीचें सामान्य स्वरूप प्रथम लक्षून पुढें अधिक खोलांत शिरतां येईल.

बाबिलोनियामध्यें आपणांस अत्यंत प्राचीन ज्योतिषाचे पुरावे सांपडत आहेत. सार्गनच्या पूर्वी अनेक शतकें लिहिलेल्या टेलो येथील लेखांतली म्हणजे ख्रि. पू. ३००० च्या सुमाराची किंवा त्याहूनहि अधिक जुनी बारा महिन्यांचीं नांवें सांपडलीं आहेत. त्या काळापासून बाबिलोनियाचा ज्योतिषविषयक ज्ञानाचा इतिहास लिहिण्याचा प्रयत्न होतो. बाबिलोनियाच्या शास्त्राचा इजिप्तवर परिणाम ग्रीसमार्फत झाला आणि ग्रीसमार्फतच तो यूरोपावर झाला. कांहीं अंशीं त्याचा चीनवरहि परिणाम झाला. चीनच्या शास्त्रावर हिंदुस्थानांतील शास्त्राचा परिणाम झाला. जपानी पंचांगपद्धति म्हणजे चीनच्या पंचांगपद्धतीची नक्कल होय. कांबोज (कांबोडिया), चंपा, वगैरे पूर्वेकडील द्वीपकल्पांतील राष्ट्रांत भारतीय व चिनी कालगणनेच्या अंगांची भेसळ आहे. चीन, हिंदुस्थान, ग्रीस, प्राचीन इराण, इत्यादि राष्ट्रांमध्यें जरी आपआपसांत देवघेव झाली तरी प्रत्येकाचा स्वकीय अंश असा कांहीं तरी होताच आणि तो कायमहि राहिला. प्रत्येक देशांत किंवा संस्कृतींत पारमार्थिक संप्रदायांच्या उद्भवामुळें कांहीं नवीन उपवास, सण किंवा व्रतें हीं उत्पन्न झालीं, आणि त्यामुळें ज्या काळांत त्यांच्या संप्रदायांचे नियम करण्याचा प्रसंग आला त्या काळाच्या शास्त्रीय परिस्थितीमुळें विशिष्ट कालगणनापद्धती लोकांत बराच कालपर्यंत स्थित झाल्या. संप्रदायविशिष्ट पंचांग म्हणजे एखाद्या जुनाट काळाचें ज्योतिष आणि संप्रदायदिवसमहत्त्व यांचें एकीकरण होय. संप्रदायांच्या प्रसाराबरोबर अनेक राष्ट्रांतील परंपरागत कालगणनापद्धती मागें पडून संप्रदायस्वीकृत कालगणना लोकांवर लादली गेली. त्यामुळें अनेक प्रदेशांमध्यें भिन्नसंप्रदायी लोकांच्या भिन्न कालगणनापद्धती चालू झाल्या. असले पराक्रमी संप्रदाय

म्हटले म्हणजे बौद्ध, ख्रिस्ती व मुस्लिम हे होत. अशी थोडक्यांत पंचांगविषयक शास्त्रीय देवघेवीची कथा वर्णितां येईल.

मृत झालेलें ज्योतिर्ज्ञान.–मृत झालेल्या ज्योतिर्ज्ञानाकडे व कालगणनेकडे आतां वळूं.

आ फ्रि का—आफ्रिकेंत जाती अनेक आहेत. पुष्कळांच्या कालगणना अत्यंत वाल्यावस्थेंत आहेत. ज्यांची कालगणना थोडीबहुत प्रगत झाली आहे असें राष्ट्र म्हणजे योरुबा होय. त्यांच्या कालगणनेंतील अंगें येणेंप्रमाणें: (१) वर्षाचें ज्ञान. (२) वर्षाचे तीन काळ; कोरडा काळ (युवोएरून), वाऱ्याचा काळ (इवोओये) व पावसाळा (इवो ओजे). पावसाळ्याचे दोन भागः पहिले पाऊस (अरोको) व शेवटचे पाऊस (अरोकुरो). (३) पांच दिवसांचा आठवडा. पहिल्या दिवशीं काम करावयाचें नाहीं. कांहीं दिवस अशुभ. (४) सहा पंचाहिक आठवड्यांचा महिना. (५) दिवसाचे विभाग पांच, रात्रीचे तीन. रात्रीचा कालविभागवाचक शब्द कोंवड्याचें आरवणें अशा अर्थाचा आहे.

अ मे रि का.—उत्तर अमेरिकेंतील जातींत व्याधसंस्कृति आणि कृषीवलसंस्कृति यांचें मिश्रण आहे; आणि त्यामुळें कित्येकांत ऋतुदर्शक आणि विधीस उपयोगी अशा दिवसांची वाढ झाली आहे, व कांहींत नाहीं. दक्षिणेंतील लोकांची स्थिति फारशी भिन्न नाहीं. या सर्वांचा इतिहास येथें देण्याची आवश्यकता नाहीं. तो त्यांच्या संस्कृतिविषयक वर्णनांत सांपडेल. अधिक विकसित झालेलीं राष्ट्रें म्हणजे मेक्सिको व पेरु हीं होत. त्यांचीं वर्णनें त्या त्या राष्ट्रांवरील लेखांत सांपडतील.

पॉ लि ने शि या.— पॉलिनेशियामध्यें म्हणजे भारतीयांच्या दृष्टीनें दक्षिण द्वैपायन प्रदेशांत कालगणनापद्धति वरीच भिन्न दिसते. जावा बेटांत हिंदूंच्या संस्कृतीचा परिणाम झाला आहे असे भाग त्यांत आहेतच; तथापि कांहीं भाग असे आहेत कीं ज्यांवर हिंदु व मुसुलमान संस्कृतींचा मुळींच परिणाम झाला नाहीं. मिलेनेशिया, कॅरोलाइन आयलंड्स व टाहिटी हे ते भाग होत. परंतु त्यांविषयींसुद्धां थोडथोडा मतभेद दिसून येतोच. मिलेनेशियामध्यें महिने चांद्र आहेत, परंतु वर्षाची देश्य कल्पना नाहीं. कॅरोलाईन बेटामध्यें महिने चांद्र आहेत. टाहिटीमध्यें वर्षांतील ऋतूंची पद्धति भारतीय पद्धतीप्रमाणेंच आहे. न्यूझीलंडमध्यें वर्ष कृत्तिकेपासून सुरू होतें. कालगणना अत्यंत प्राचीन स्वरूपाची कोठें सांपडत असेल तर ती आस्ट्रेलियांतील देश्य लोकांत सांपडेल. त्यांच्यामधील कालगणनावाचक शब्द झोंप व चंद्र या अर्थाचे आहेत; आणि एकंदर कालगणनेसंबंधीं भाषा फारच प्राथमिक स्वरूपाची आहे.

आतां ज्या विस्तृत प्रदेशामध्यें एकमेकांनीं एकमेकांपासून कालगणनेचे अंश घेतले ते देऊन त्यांचा एकमेकांशीं संबंध देण्याचा प्रयत्न करूं. भारतीय कालगणनापद्धति ही केंद्रीभूत धरून तिचा केवळ शास्त्रविकास कालानुक्रमानें न सांगतां इतरांशीं संबंध दिला तर तें वाचकांस सोपें जाईल म्हणून तीच विधानपद्धति येथें स्वीकारतों.

हिंदुपंचांग.— भारतीय कालगणनेचें स्वरूप स्पष्ट होण्यासाठीं प्रथम आज महाराष्ट्रांत चालू असलेल्या पद्धतीकडे नजर फेंकली पाहिजे. आपलें नेहमींचें कालज्ञानासाठीं उपयोगांत आणतों तें पुस्तक म्हटलें म्हणजे पंचांग होय. या पंचांगासंबंधानें एक महत्त्वाचें पण सुलभ प्रकरण दीक्षितांच्या ज्योतिर्विलासांत येऊन गेलें आहे तें थोडक्या फरकानें येथें अवतरितों.

पंचांगांत वर्षफळ, विवाहमुहूर्त यांसारखी फलज्योतिषाची माहिती वगळतां प्रत्यक्ष कालमापनविषयक माहितीच पुष्कळ असते. तिथि, वार, नक्षत्र, योग व करण हीं पंचांगाचीं पांच अंगें धरतात. या पांच अंगांचा अर्थ काय व त्यांपैकीं प्रत्येकाचें कालगणनेंत काय महत्त्व आहे तें पाहूं.

ति थि:—ज्या दिवशीं चंद्रसूर्य एके ठिकाणीं असतात ती अमावास्या. अमावास्या या शब्दांतच हा अर्थ आहे. अमावास्या हें नांव ज्योतिषाच्या प्रगतीचें दर्शक आहे. याच्या पूर्वीचा शब्द दर्श हा होता. दर्श म्हणजे खरोखर आमावास्येनंतरची चंद्रदर्शनाची प्रतिपदा. अमावास्या हा शब्द ऋग्वेदांत नाहीं. अमा ह्या अव्ययाचा अर्थ 'एके ठिकाणीं' असा आहे आणि 'वस्' म्हणजे रहाणें. अमावास्येस चंद्र दिसत नाहीं; परंतु गणितावरून ज्या वेळीं चंद्रसूर्यांचें अंतर शून्य होतें तेव्हां अमावास्या तिथि संपते असें मानतात. मग त्या वेळीं त्यांचें दक्षिणोत्तर अंतर शून्य असो किंवा नसो. तेंहि मुळींच नसलें तर सूर्यग्रहण होतें. सूर्याहून चंद्राची गति फार जलद आहे. तो सूर्याजवळ येऊन लागलाच पुढें पूर्वेस जाऊं लागला म्हणजे प्रतिपदेस आरंभ झाला. दोघेहि चालत असतात. दोघांमध्यें १२ अंश अंतर पडलें म्हणजे प्रतिपदा तिथि संपली. चंद्रसूर्यांमध्यें १२ अंश अंतर पडण्यास जो काल लागतो त्यास तिथि म्हणतात. हें अंतर पडण्यास मध्यम मानानें सुमारें ५९ घटिका ३ पळें लागतात. त्याप्रमाणें एकदां चंद्रसूर्य एकत्र आल्यापासून पुन्हां येईपर्यंत ३० तिथी होतात. परंतु त्यांचे दिवस २९॥ होतात. ह्या काळास चांद्रमास म्हणतात. १२ चांद्रमासांचे ३५४ दिवस होतात; व त्या कालांत तिथी ३६० होतात. अर्थात् तिथींची क्षयवृद्धि होऊन एकंदरींत ६ दिवस कमी होतात. चंद्राची गति कधीं शीघ्र असते कधीं मंद असते. यामुळें एका तिथीस कधीं ६६ घटिका लागतात, तर कधीं ५० च लागतात. आमच्या जुन्या पंचांगांत तिथि ५४ घटिकांहून कधीं कमी होत नाहीं. पंचांगांत तिथींची घटी पळें दिलेलीं असतात. प्रतिपदा रविवारीं ५४ घटिका १० पळें असेल तर त्याचा अर्थ असा कीं, रविवारीं सूर्योदयापासून इतका काळ गेला तेव्हां प्रतिपदा तिथि संपली म्हणजे त्या वेळीं सूर्यापुढें चंद्र १२ अंश गेला. तिथीचें मान कधीं ६० घटिकांहून जास्त

होतें, यामुळें तिथीची वृद्धि होते. सोमवारीं ५८ घटिका द्वितीया आहे अशी कल्पना करा. पुढें १२ अंश अंतर पडण्यास ६५ लागल्या; तर सोमवारीं पहांटेस ५८ घटिकांपुढें राहिलेल्या २ घटिका, मंगळवार सर्व दिवसाच्या ६० घटिका व बुधवारीं सूर्योदयानंतर ३ घटिका अशा एकंदर ६५ घटिका जातील तेव्हां तृतीया संपेल. येथें तृतीयेची वृद्धि झाली. सूर्योदयीं जी तिथि वगैरे असेल ती पंचांगांत लिहितात. ह्या उदाहरणांत सोमवारीं द्वितीया आणि मंगळवारीं व बुधवारीं तृतीया लिहावी लागेल. वाढलेली तिथि तीन वारांस स्पर्श करते म्हणून तिला 'त्र्यहस्पृक्' म्हणतात. तिथीचें मान ६० घटिकांहून कमी असतें तेव्हां क्षय होतो. समजा कीं रविवारीं सूर्योदयानंतर २ घटिकांनीं दशमी संपली व पुढें एकादशीचें मान ५५ घटिका आहे. अर्थात् सूर्योदयापासून ५७ घटिका गेल्यावर एकादशी संपून द्वादशी लागेल. तेव्हां सोमवारीं सूर्योदयीं द्वादशी आली व म्हणून एकादशीचा क्षय झाला.एकादशी मुळींच नाहीं.असें नाहीं.ती सूर्योदयीं कोणत्याच दिवशीं नाहीं म्हणून तिचा क्षय मानिला इतकेंच. अशा वेळीं उपोषणास तर दोन एकादशा होतात. स्मार्त रविवारींच उपोषण करतील, परंतु वैष्णव सोमवारीं करतील. त्यांचा असा नियम आहे कीं, प्रातःकाळीं थोडीशी दशमी असली किंवा सूर्योदयापूर्वी ६ घटिकांत दशमी असली, तर त्या दिवशीं उपोषण करावयाचें नाहीं. अशा एकादशीला ते 'दशमीविद्ध' म्हणतात व तिच्या दुसऱ्या दिवशीं उपोषण करतात. तीस तिथींत दोन पंधरवडे होतात त्यांस पक्ष असें नांव आहे. ज्या पक्षांत संध्याकाळीं काळोख असतो त्यास कृष्ण म्हणजे काळोखाचा पक्ष आणि संध्याकाळीं चांदणें असतें त्यास शुक्लपक्ष म्हणतात. नर्मदेच्या उत्तर भागीं पूर्णिमान्त मान चालतें. त्यासंबंधीं कांहींची अशी समजूत असते कीं आमचा शुक्लपक्ष तो तिकडच्यांचा कृष्णपक्ष. परंतु शुक्ल, कृष्ण हीं नांवें अन्वर्थ आहेत. एके ठिकाणीं जो शुक्लपक्ष तो पृथ्वीवर कोठेंहि गेलें तरी शुक्लपक्षच असावयाचा.

शुक्लपक्षांत सूर्यास्ताच्या वेळीं व कृष्ण पक्षांत सूर्योदयाच्या वेळीं चंद्र आकाशांत कोठें आहे हें पाहून स्थूल मानानें तिथि कळेल. क्षितिजापासून खस्वस्तिकापर्यंत ९० अंश होतात. सूर्य मावळतांच चंद्र खस्वस्तिकीं किंवा याम्योत्तरवृत्तावर कोठें तरी दिसला, तर तो सूर्याच्यापुढें ९० अंश आहे, म्हणून १२ अंशांस १ प्रमाणें ७ तिथी होऊन अष्टमी सुरू आहे असें समजावें. संध्याकाळीं चंद्र खस्वस्तिकाच्या पूर्वेस अर्ध्या आकाशांत असला तर तो सूर्यापासून (९०+९०÷२ =१३५)अंशांवर असल्यामुळें त्या वेळीं द्वादशी तिथि असली पाहिजे. कृष्ण पक्षांत सूर्योदयीं चंद्र पश्चिमेस क्षितिजावर ४५ अंश असतो, तेव्हां तो सूर्याच्या पुढें अर्धे आकाश म्हणजे १८० अंश जाऊन आणखी ४५ अंश म्हणजे एकंदर २२५ अंश पुढें असल्यामुळें तेव्हां १८ तिथी होऊन कृष्णचतुर्थी सुरू असते. दररोज चंद्र सुमारें दोन दोन घटिका मागाहून उगवतो. शुक्लपक्षांत तिथीच्या दुपटीइतक्या घटिका दिवसास चंद्र उगवतो. उ. नवमीस १८ घटिका दिवसास उगवतो. कृष्ण पक्षांत पूर्णिमेपासून गेलेल्या तिथींच्या दुपटीइतक्या घटिका रात्रीस चंद्र उगवतो. कृष्ण चतुर्थीस तो ८ घटिका रात्रीस उगवतो. ही रीति सुमाराची आहे. ह्या रीतीनें आलेल्या वेळेंत एखादी घटिका मागेंपुढें होईल.

वा र.—हें पंचांगाचें दुसरें अंग होय. आमच्या प्राचीन ज्योतिष्यांच्या मतें सर्व ग्रह पृथ्वीभोंवतीं फिरतात, त्यांचा क्रम शेवटाकडून घेतला तर शनि, गुरु, मंगळ, रवि, शुक्र, बुध, व चंद्र असा आहे. यांतला प्रथम शनि घेऊन पुढें चवथा चवथा ग्रह पुनः पुनः घेतला म्हणजे सात वार क्रमानें येतात. होरा या संज्ञेचे दिवसाचे २४ भाग करून त्यांचे शनि इत्यादि ग्रह क्रमानें स्वामी मानितात. अर्थात् दिवसांत सर्व ग्रह ३ वेळां होऊन आणखी ३ ग्रह होतात. म्हणजे एके दिवशीं पहिल्या होरेचा स्वामी शनि मानिला तर दुसऱ्या दिवशीं पहिल्या होरेचा स्वामी रवि होतो व तिसरे दिवशीं चंद्र येतो. पहिल्या होरेचा जो अधिप तोच त्या वाराचा स्वामी. याप्रमाणें रवि, चंद्र, मंगळ हा क्रम आहे. पृथ्वीवर हल्लीं जेथें वार चालतात तेथें त्यांचा हाच क्रम आहे. इतकेंच नाहीं तर आपल्या देशांत आज जो वार तोच पृथ्वीवर आज सर्वत्र आहे. या वारांचीं नांवेंहि सर्व देशांत बहुधा एकाच अर्थाचीं आहेत.

न क्ष त्रें.—नक्षत्रांच्या तारा सर्व सारख्या अंतरावर नाहींत म्हणून क्रांतिवृत्ताचे २७ विभाग मानून त्यांतल्या प्रत्येकास नक्षत्र म्हणतात. प्रत्येक नक्षत्रामध्यें १३ अंश २० कला होतात. इतकें अंतर चालण्यास चंद्रास जो काळ लागतो त्यास नक्षत्र म्हणतात. मध्यम मानानें एक चंद्रनक्षत्र ६० घटिका ४३ पळें असतें. कधीं तें याहून कमजास्त होतें यामुळें वृद्धिक्षय होतात. त्यांविषयीं नियम तिथींप्रमाणेंच आहेत. बहुतेक नक्षत्रांचीं नांवें वैदिक वाङ्मयांत येऊन गेलीं आहेत त्यांवरून आपलें ज्योतिर्ज्ञान आणि कालमापनपद्धति प्राचीन काळापासून "नाक्षत्र" असावी असें दिसतें.

पंचांगांत रोजचीं नक्षत्रें दिलेलीं असतात तीं चंद्राचीं होत. म्हणजे चंद्र त्या दिवशीं त्या नक्षत्राजवळ असतो असें समजावयाचें. ह्यांस चंद्रनक्षत्रें किंवा दिननक्षत्रें असेंहि म्हणतात. जसा चंद्र नक्षत्रांतून फिरतो त्याप्रमाणें सर्व ग्रहहि नक्षत्रांतून फिरतात. सूर्यास एक नक्षत्र क्रमण्यास १३ किंवा १४ दिवस लागतात. आर्द्रा इत्यादि जीं पावसाचीं नक्षत्रें त्यांस सूर्यनक्षत्रें असेंहि म्हणतात. सूर्यनक्षत्रें पावसाळीं जशीं असतात तशीं इतर ऋतूंतहि असतात. तीं पंचांगांत दिलेलीं असतात. सूर्यास सर्व नक्षत्रांतून फिरण्यास एक वर्ष लागतें. पाऊस सूर्यावर अवलंबून आहे म्हणून ज्या नक्षत्रीं सूर्य असतां पाऊस पडतो त्यांस पावसाचीं नक्षत्रें म्हणतात. इतर ग्रह कोणत्या नक्षत्रीं असतात हें आमच्या इकडील पंचांगांत लिहीत नाहींत; परंतु इन्दूर, ग्वाल्हेर, तेलंगण, मलबार, बंगाल वगैरे प्रान्तांतील पंचांगांत लिहितात.

रा शी---राशींचें ज्ञान आपणांस अत्यंत प्राचीन काळीं नव्हतेंच. अश्विनीपासून विभागात्मक सवादोन नक्षत्रांची एक रास असे क्रान्तिवृत्ताचे जे १२ भाग त्यांस मेष, वृषभ इत्यादि नांवें आहेत. सूर्याचें एका राशींतून दुसऱ्या राशींत जें जाणें त्यास संक्रांति किंवा संक्रमण म्हणतात. तो मेष राशींत ज्या वेळीं जातो त्या वेळीं मेषसंक्रमण होतें. याप्रमाणें चंद्रादिकांच्याहि राश्यंतरास संक्रमण म्हटलें असतां चालेल. चंद्र एका राशींत सुमारें दोनअडीच दिवस असतो, सूर्य एक महिना असतो. कोणाची जन्मरास मेष आहे असें म्हणतात याचा अर्थ असा कीं, तो जन्मला त्या वेळीं चंद्र त्या राशींत होता. नक्षत्रांवरून राशी किंवा राशींवरून नक्षत्रें काढण्याची गरज वारंवार लागते म्हणून त्यांचें कोष्टक येथें देतों.

नक्षत्रें	राशी	नक्षत्रें	राशी
१ आश्विनी २ भरणी ३ कृत्तिकांचा एक पाद	मेष १	चित्रा अर्ध १५ स्वाती १६ विशाखा तीन पाद	तुला ७
कृत्तिका तीन पाद ४ रोहिणी ५ मृगशीर्ष अर्ध	वृषभ २	विशाखा एक पाद १७ अनुराधा १८ ज्येष्ठा	वृश्चिक ८
मृगशीर्ष अर्ध ६ आर्द्रा ७ पुनर्वसु तीन पाद	मिथुन ३	१९ मूळ २० पूर्वाषाढा २१ उत्तराषाढा एक पाद	धनुः ९
पुनर्वसु एक पाद ८ पुष्य ९ आश्लेषा	कर्क ४	उत्तराषाढा तीन पाद २२ श्रवण २३ धनिष्ठा अर्ध	मकर १०
१० मघा ११ पूर्वा १२ उत्तरा एक पाद	सिंह ५	धनिष्ठा अर्ध २४ शततारका २५ पूर्वाभाद्रपदा तीन पाद	कुंभ ११
उत्तरा तीन पाद १३ हस्त १४ चित्रा अर्ध	कन्या ६	पूर्वाभाद्रपदा एक पाद २६ उत्तराभाद्रपदा २७ रेवती	मीन १२

मा स सं ज्ञा, अ धि क मा स.--चैत्र इत्यादि नांवें प्रथम चित्रा इत्यादि नक्षत्रांवरून पडलीं आहेत. परंतु त्या त्या नक्षत्रींच चंद्र नेहमीं पूर्ण होतो असें नाहीं; मागें पुढेंहि एखाद्या नक्षत्रीं होतो. उदाहरणार्थ, चैत्रांत पूर्णिमेच्या दिवशीं हस्त, चित्रा, स्वाती यांतून कोणतेंहि नक्षत्र असतें. सांप्रत असा नियम आहे कीं, ज्या चांद्र महिन्यांत सूर्याचें मेषसंक्रमण होईल त्याचें नांव चैत्र. ज्यांत वृषभ होईल त्याचें नांव वैशाख. याप्रमाणेंच पुढें समजावें. ज्या महिन्यांत सूर्याचें संक्रमण होणार नाहीं त्यास अधिकमास म्हणतात; आणि त्यास हल्लीं त्याच्या पुढील महिन्याचें नांव देतात. चांद्रमासाचें मान सुमारें २९॥ दिवस आहे. आणि सूर्यास एक रास क्रमण्यास २९॥ हून जास्त दिवस लागतात. एकदां चैत्र शुक्ल प्रतिपदेस मेषसंक्रांति झाली अशी कल्पना करा. तर पुढील संक्रांती क्रमानें एकदोन तिथी पुढें जातां जातां कांहीं महिन्यांनीं अमावास्येच्या सुमारास संक्रांति होईल. श्रावणांत वद्य १४ च्या दिवशीं सिंहसंक्रांति झाली असें समजा. दुसरे दिवशीं अमावास्या झाली. पुढें दुसरी अमावास्या होईपर्यंत संक्रांति मुळींच झाली नाहीं; व त्याच्या पुढील महिन्यांत शुक्ल प्रतिपदेस कन्या संक्रांति झाली, तर या शेवटच्या महिन्याचें नांव भाद्रपद होईल. मध्यें एका महिन्यांत संक्रान्ति मुळींच झाली नाहीं म्हणून तो अधिक झाला. त्यास त्याच्या पुढील महिन्याचें नांव देतात म्हणजे त्याला 'अधिक भाद्रपद' म्हणतात.

चां द्र मा स आ णि सौ र मा स.--बारा चांद्रमासांचे ३५४ दिवस होतात. आणि सौरवर्षाचे दिवस सुमारें ३६५। आहेत. ऋतू सूर्यावर अवलंबून आहेत म्हणून वर्ष सौरमानाचें पाहिजे. मुसुलमान लोक हिजरी सनाचें वर्ष सौर धरीत नाहींत, म्हणून त्यांच्या मोहरम महिन्यांत एकदां हिंवाळा तर कांहीं वर्षांनीं पावसाळा येतो. आपण महिने चांद्र घेतों; परंतु ऋतूंचा फरक पडूं नये, चैत्रांत नेहमीं वसंत ऋतु यावा म्हणून वर्ष सौर घेतों. दोन्हीं मानांचा मेळ बसण्याकरितां मध्यें ज्या महिन्यांत संक्रांति येणार नाहीं तो अधिकमास धरतों. आपल्या देशांत चांद्रमान सर्वत्र चालतें. परंतु मलबारांत व बंगाल्यांत व्यवहारास सौरमास घेतात. मलबारांत त्यांचीं नांवें मेष, वृषभ, अशीं आहेत. बंगाल्यांत चैत्र, वैशाख अशीं आहेत. तेथें मेषसंक्रान्ति ज्या दिवशीं होईल त्याच्या दुसऱ्या दिवशीं सौर वैशाख सुरू होतो.

क्ष य मा स.---सांप्रत सूर्याची गति कार्तिक, मार्गशीर्ष व पौष या महिन्यांत जलद असते. त्यास वृश्चिक, धन व मकर ह्या राशी क्रमण्यास २९॥ दिवसांहून कमी दिवस लागतात. म्हणून तेव्हां एखाद्या चांद्र महिन्यांत दोन संक्रान्ती होण्याची संधि कधीं कधीं येते. अशा वेळीं क्षयमास होतो. हा एकदां आल्यापासून प्रायः १४१ किंवा १९ वर्षांनीं पुन्हां येतो. जेव्हां येतो तेव्हां त्याच्याबद्दल अधिक महिना त्याच्या मागें किंवा पुढें ३।४ महिन्यांत येतो. हल्लीं चालू पंचांगाच्या मानानें हें लिहिलें आहे. त्या मानानें शके १७४४ मध्यें मार्गशीर्ष क्षय झाला होता. पुढें शके १८८५ मध्यें तोच क्षय होईल.

अ मा न्त व पू र्णि मा न्त मा स.--नर्मदेच्या दक्षिण भागीं चांद्रमास अमावास्येपासून अमावास्येपर्यंत मोजतात. तो अमावास्येस संपतो म्हणून त्यास अमान्त म्हणतात. नर्मदेच्या उत्तरभागीं पूर्णिमान्त मास चालतो. दोहोंच्या पक्षांची व्यवस्था पुढें दिल्याप्रमाणें असते.

अमान्त		पूर्णिमान्त
चैत्र	शुक्लपक्ष	चैत्र
	कृष्णपक्ष	वैशाख
वैशाख	शुक्लपक्ष	
	कृष्णपक्ष	ज्येष्ठ

नर्मदोत्तरभागीं पूर्णिमान्त मास चालतात तरी अधिकमास अमान्तावरून म्हणजे आपल्याप्रमाणेंच धरतात.

न क्ष त्र च क्रा रं भ स्था न, अ य न च ल न.—नक्षत्रांस आरंभ कोठून करतात, म्हणजे चंद्रादिक कोठें आले असतां ते पाहिल्या नक्षत्रीं आले असें मानतात हा विचार केला पाहिजे. वसंतसंपात म्हणजे खगोलीय विषुववृत्त उर्फ नाडी-मंडल क्रांतिवृत्तास ज्या दोन बिंदूंत छेदतें त्यांपैकीं ज्यांतून वसंतऋतूंत सूर्य जातो तो बिंदु स्थिर नाहीं. तो नक्षत्रांत उलटा जातो. यामुळें आश्विन्यादि नक्षत्रें संपातापासून थोडीं थोडीं पुढें जातात असें दिसतें. सूर्याचें उदगयन किंवा दक्षिणायन संपातास अनुसरून आहे. म्हणजे संपातापासून ९० अंशां-वर उत्तरेस किंवा दक्षिणेस सूर्य असतो तेव्हां अयनें होतात. नक्षत्रांत संपात मागें येतो, त्याचप्रमाणें अयनबिंदूहि मागें चळतात. वेदांगज्योतिष म्हणून आपला प्राचीन ग्रंथ आहे. त्यांत धनिष्ठांच्या आरंभीं सूर्याचें उदगयन होतें असें सांगितलें आहे. शके ४२७ मध्यें उत्तराषाढांच्या दुसऱ्या चरणीं उदगयन होत असे असें वराहमिहिराच्या ग्रंथावरून कळतें. सांप्रत मूळांच्या तिसऱ्या चरणामध्यें होतें. अयनाच्या ह्या गतीस अयनचलन म्हणतात. ही गति फार थोडी आहे. ती वर्षांत सुमारें ५० विकला आहे. इतकीच संपाताचीहि गति आहे. आमच्या प्राचीन ज्योतिष ग्रंथांतील वर्षाचें मान जितकें आहे तितक्या कालांत संपातगति सुमारें ५९ विकला होते. परंतु त्या ग्रंथांत ती ६० विकला मानिली आहे. सूर्यसिद्धांतादि ग्रंथांतलें ग्रहाची स्थिति सांगण्याचें आरंभस्थान शके ४४४च्या सुमारास संपातांत होतें; व रेवती नक्षत्रांपैकीं २२वी तारा त्या वेळीं त्याच्या जवळ होती. ही तारा सांप्रत संपातापासून पूर्वेस १८॥। अंशांवर आहे. ही तारा आरंभस्थानीं कै. केरोपंतांनीं मानिली आहे. आमच्या ज्योतिषग्रंथांत संपातगति सुमारें ६० विकला मानिली आहे त्यामुळें त्यांतलें आरंभस्थान वर्षास संपाता-पासून तितकें पुढें जातें. सांप्रत तें सुमारें २३ अंश पुढें आहे. सायनपंचांगांत संपात हें आरंभस्थान मानितात. संपातीं कोणताहि ग्रह आला म्हणजे तेव्हां तो सायनमानानें अश्विनी नक्षत्रीं आला. त्याच्या पुढें १८॥। अंशांवर म्हणजे रेवती तारेशीं येईल तेव्हां केरोपंती (पटवर्धनी) पंचांगा-प्रमाणें त्याचें रेवती नक्षत्र संपून तो अश्विनी नक्षत्रीं आला; आणि त्यापुढें ४ अंशांवर जाईल तेव्हां आपल्या देशांत हल्लीं चालणाऱ्या ग्रहलाघवादि ग्रंथांवरून केलेल्या पंचांगाप्रमाणें तो अश्विनी नक्षत्रीं आला असें मानितात. सायन पंचांगांत ग्रहांचें स्थान मोजतांना अयनगति हिशेबांत घेतात म्हणून त्यास सायन (अयनयुक्त) गणनेचें पंचांग असें म्हणतात. केरोपंती किंवा ग्रहलाघवी यांत ती घेत नाहींत म्हणून ती निरयनगणनेचीं पंचांगें होत. संपात आणि निरयनपंचांगाचें आरंभस्थान यांतील अंतराच्या अंशांस अयनांश असें म्हणतात.

अयनचलनाचा विचार करीत असतां आतांपर्यंत प्रसिद्ध होत असलेल्या तीन प्रकारच्या पंचांगांचा विचार ओघानें आला. या तीन पंचांगांतला मुख्य भेद वर सांगितला. त्या भेदामुळें ग्रहलाघवी पंचांगांत एखादी सूर्यसंक्रांति ज्या दिवशीं होईल त्याच्या अगोदर सुमारें ४ दिवस ती केरोपंतींत होते, आणि त्याच्या अगोदर १८ दिवस म्हणजे ग्रहलाघवीच्या अगोदर २२दिवस सायन पंचांगांत होते. यामुळें तीनहि पंचांगांतील महिन्यांचीं नांवें कधीं कधीं भिन्न असतात व अधिकमास भिन्न होतो. संपातापासून सूर्य निघाल्यापासून पुन्हां तो तेथें येण्यास ३६५ दिवस १४ घटिका ३२ पळें लागतात. इतक्या काळास 'सायन सौरवर्ष' म्हणतात. केरोपंती पंचांगाचें वर्षमान ३६५ दिवस १५ घटिका २३ पळें आहे. रेवतीपासून सूर्य निघाल्यापासून पुन्हां तेथें येण्यास इतका काल लागतो. ह्या कालास 'नाक्षत्र सौरवर्ष' म्हणतात. ग्रहलाघवी पंचां-गाचें वर्ष ३६५ दिवस १५ घटिका आणि ३१ पळें आहे.

आकाशांत सूर्याचें दक्षिणायन किंवा उदगयन प्रत्यक्ष ज्या दिवशीं होतें त्याच दिवशीं सायन पंचांगांत असतें; व त्याच दिवशीं त्यांत मकर किंवा कर्क संक्रांति होते. वसंतसंपातीं सूर्य येतो तेव्हां नेहमीं वसंतऋतु असावयाचा. तेव्हांच सायन पंचांगांतली मेष संक्रांति होते व चैत्र महिना येतो. म्हणून सायन मानानें चैत्रांत नेहमीं वसंतऋतु येईल. केरोपंती किंवा ग्रह-लाघवी पंचांगाप्रमाणें कालांतरानें चैत्रांत पावसाळा येईल. ही गोष्ट स्वतः केरोपंतांनीं कबूल केली होती व सर्व गणितज्ञ कबूल करतात.

तिथीचा संबंध आरंभस्थानाशीं नाहीं. यामुळें तिन्ही प्रकारच्या पंचांगांच्या तिथी जमतात. कधीं कांहीं घटिकांचा फरक पडतो. तो जुन्या पंचांगांत रविचंद्रांच्या गतींत थोडी चूक आहे म्हणून पडतो. ग्रहणकालांत फरक यामुळेंच पडतो. ग्रहांच्या गती हल्लींच्या शोधाप्रमाणें बिनचूक घेतल्या म्हणजे ग्रहणें, युती इत्यादि गोष्टी जुन्या पंचांगाच्या मानानें देखील बरो-बर अनुभवास येतील. त्यास केरोपंती निरयन किंवा सायन मानच पाहिजे असें नाहीं. परंतु जुन्या पंचांगाचें वर्षमान सायन नाहीं आणि नाक्षत्रहि नाहीं. तें बदललेंच पाहिजे. आरंभस्थानीं ग्रह आला म्हणजे अश्विनींत आला. तिन्ही पंचांगांचें आरंभस्थान भिन्न यामुळें तिहींच्या नक्षत्रांत फरक पडतो. ग्रहलाघवी पंचांगाहून केरोपंतींत हल्लीं सुमारें पाव नक्षत्र पुढें असतें व सायनांत १॥। नक्षत्रें पुढें असतात.

निरयन पंचांगांतील नक्षत्रें विभागात्मकच आहेत तरी पंचांगांत जो ग्रह ज्या नक्षत्रीं असेल, त्याच्या तारांच्या आसपास किंवा क्वचित् थोडा मागें पुढें तो ग्रह दिसतो.

सायन नक्षत्रें निराळीं आणि तारात्मक निराळीं, यामुळें तारा आणि ग्रह यांच्या युती केव्हां होतील हें सायन पंचांगांत दिलेलें असतें.

सायन पंचांगाप्रमाणें ऋतू सर्वकाळ बरोबर मिळतील, पण सायन नक्षत्रें आणि तारात्मक नक्षत्रें यांचा मेळ राहणार नाहीं. निरयन पंचांगांत नक्षत्रें आणि तारा यांचा मेळ बहुधा असतो; परंतु ऋतू चुकतात, व पुढें फारच चुकतील.

यो ग.— योग म्हणजे बेरीज. चंद्रसूर्यांच्या गतींची बेरीज १३ अंश २० कला होण्यास जो काळ लागतो तितक्यांत एक योग होतो. हे योग २७ आहेत. तिथिनक्षत्रांचा आकाशांतल्या स्थितीशीं संबंध आहे तसा योगांचा कांहीं दिसत नाहीं. शके ५५०च्या पूर्वी हे नव्हते, त्यानंतर ते पंचांगांत आले असें कै. शं. बा. दीक्षित यांचें मत आहे. चंद्र आणि सूर्य यांची क्रांति समान होते तेव्हां व्यतिपात आणि वैधृति हे योग होत असतात. त्यांस महापात म्हणतात. हे पंचांगांत निराळे दिले असतातच. हे मात्र प्राचीन आहेत. हे सुमारें १३ दिवसांच्या अंतरानें होतात.

क र ण.—करण म्हणजे तिथींचें अर्ध. चांद्रमासांत ३० तिथी व ६० करणें असतात. चंद्रसूर्यांमध्यें ५ अंश अंतर झालें म्हणजे एक करण होतें. बव, बालव इत्यादि करणांचे पर्याय शुक्लप्रतिपदेच्या उत्तरार्धापासून ८ होतात आणि पुढें शकुनि वगैरे ४ करणें असतात; मिळून महिन्यांत ६० करणें होतात. सायननिरयन पंचांगांतलीं करणें एकच असतात. योग भिन्न असतात.

पं चां गा चीं इ त र आ धु नि क अं गें.—याप्रमाणें पंचांगाच्या पांच अंगांचें स्वरूप आहे. पंचांगांत वस्तुतः पांचच अंगें हवीं. परंतु हल्लीं इतर पुष्कळ उपयोगी गोष्टी पचांगांत देतात. एकादशीचें उपोषण कधीं, श्रावणी कधीं, वगैरे गोष्टी धर्मशास्त्रावरून देतात, त्यांचा ज्योतिषगणिताशीं संबंध नाहीं. धर्मशास्त्राच्या ग्रंथांत कोठें कोठें मतभेद पडतो, म्हणून दसरा आज करावा कीं उद्यां करावा असे वाद कधीं कधीं पडतात. अर्थात् ह्या वादाला कारण पंचांगांतली चूक हें नव्हे.

ग्र हां ची स्थि ति.—आमच्या प्रांतांतल्या पंचांगांत पंधरवड्याच्या पृष्ठाच्या उजव्या अंगास वरील कोंपऱ्यांत रवि, चंद्र इत्यादि ग्रहांचीं नांवें संक्षेपानें देऊन त्याखालीं आंकडे दिलेले असतात. त्यांवरून पूर्णिमा किंवा अमावास्या या दिवशीं प्रातःकालीं आकाशांत ते ग्रह कोठें असतात हें समजतें. रवीच्या खालीं १।२०।४६।१२ असें आंकडे आहेत असें समजा. याचा अर्थ रवि एक रास भोगून दुसऱ्या राशींत २० अंश ४६ कला १२ विकला या जागीं आहे. राशीचे अंश ३० होतात. मंगळादि ५ ग्रहांतील कोणाच्याहि स्थितींतून सूर्याची स्थिति वजा केली तर तो ग्रह सूर्यापुढें किती आहे हें समजेल. बाकी राहील तींतील राशींच्या दुपटीइतके तास आणि अंशांच्या चौपट मिनिटें इतका काळ दोनप्रहरापासून जाईल तेव्हां ते ग्रह मध्यान्हीं येतील असें स्थूलमानानें समजावें.

सं व त्स र.—प्रभव इत्यादि संवत्सरांचा आरंभ आपल्याकडे चैत्राच्या आरंभींच होतो. परंतु हे संवत्सर मूळचे बार्हस्पत्य मानाचे आहेत. बृहस्पतीला एक राशि क्रमण्यास मध्यममानानें सुमारें ३६१ दिवस लागतात. इतक्या कालांत एक बार्हस्पत्य संवत्सर होतो. यामुळें सुमारें ८५ सौर वर्षांत ८६ बार्हस्पत्य संवत्सर होतात. म्हणजे एका संवत्सराचा क्षय होतो. ही पद्धति नर्मदेच्या उत्तरेस अजून चालते. आपल्याकडेहि शके ७२६ पर्यंत ती चालत होती; पुढें ती बंद झाली, म्हणजे क्षयसंवत्सर मानण्याची रीति बंद झाली. यामुळें उत्तरेकडील संवत्सर आमच्यापेक्षां हल्लीं १२ नीं पुढें आहे.

प्र त्ये क ठि का णीं स्था नि क पं चां ग पा हि जे.—पूर्वी गांवोगांवचे जोशी पंचांगें करीत असत. हल्लीं पुणें, मुंबई, येथील पंचांगें सर्व महाराष्ट्र देशांत चालतात. परंतु वस्तुतः ज्या त्या ठिकाणचें पंचांग निराळें असणें चांगलें. निदान दर जिल्ह्यास तरी निराळें पाहिजे. थोड्याशा युक्तीनें एका ठिकाणचें पंचांग दुसऱ्या स्थळीं उपयोगीं पडेल. दोन स्थलांच्या रेखांशांचें अंतर काढावें. दर अंशास १० पळें म्हणजे ४ मिनिटें इतकें अंतर दोहोंच्या वेळांत पडतें. पंचांगाच्या स्थलाच्या पूर्वेस इष्ट स्थल असेल तर तें अंतर पंचांगांत दिलेल्या वेळेंत मिळवावें; आणि पश्चिमेस असेल तर तें वजा करावें. उदाहरणार्थ, पुण्याच्या पंचांगांत एकादशी ४० घटका १० पळें आहे. पुणें आणि बार्शी यांच्या रेखांशांचें अंतर सुमारें २ अंश आहे आणि बार्शी पुण्याच्या पूर्वेस आहे. तर बार्शी येथें एकादशी ४० घटका ३० पळें समजावी. पुण्याच्या पश्चिमेस मुंबई एक अंश आहे. तर मुंबई येथें एकादशी ४० घटकाच आली. हा नियम तिथि, नक्षत्र, योग, करण चंद्रसूर्यादिकांचीं राश्यंतरें व नक्षत्रांतरें, चंद्रग्रहण, यांच्या वेळांस लागू आहे. चंद्रग्रहण पुण्यास निजकालाच्या ३ वाजतां सुटलें तर बार्शीस निजकालाचे ३ वाजून ८ मिनिटें झाल्यावर सुटेल. सूर्यग्रहणाला ही गोष्ट लागू नाहीं. हल्लींच्या या प्रांतांतील सर्व पंचांगांत तिथ्यादिकांचीं घटीपळें मध्यम-सूर्योदयापासून असतात. तीं वस्तुतः स्पष्टोदयापासून पाहिजेत. तीं तशीं करावयास आणखी २ संस्कार करावे लागतात. हे संस्कार विस्तारभयास्तव येथें देतां येत नाहींत.

भा र ती य पं चा गां ती ल वि शे ष.— आमच्या पंचांगांतील बहुतेक अंगांचा संबंध आकाशांतील कोणत्याना कोणत्या तरी स्थितीशीं आहे. यूरोपीय पंचांगांतील बहुतेक अंगें कृत्रिम आहेत. त्यांच्या वर्षांचे दिवस ३६५ किंवा ३६६ व महिन्याचे दिवस २८, २९, ३० किंवा ३१. हीं

मानें आकाशांतली कोणतीहि स्थिति दाखवीत नाहींत. आमचें पंचांग नैसर्गिक आहे.

पं चां गां ती ल फ ल ज्यो ति ष.—पंचांगांत आरंभीं संवत्सरफलें दिलेलीं असतात. त्यांत त्या संवत्सरांत राजा कोण, मंत्री कोण, वगैरे सांगून त्यांचीं फलें सांगितलीं असतात. चैत्र शुक्ल प्रतिपदेस जो वार असेल तो राजा; सूर्याचें मेषसंक्रमण ज्या वारीं होईल तो मंत्री; आर्द्राप्रवेश ज्या वारीं होईल तो मेघेश; कर्क, सिंह आणि धनुः हीं संक्रमणें ज्या वारीं होतील ते क्रमानें पूर्वधान्यें, सेना, पश्चिमधान्यें यांचे अधिप; असा नियम आहे. अमक्याचा स्वामी अमुक असतां अमुक फल होतें असें ठरलेलें आहे. त्यांत, चंद्र, बुध गुरु, शुक्र, हे शुभ ग्रह मानिले आहेत. यांचीं फलें चांगलीं असतात. इतरांचीं बहुधा वाईट असतात. कांहीं पंचांगांत अधिप यांपेक्षां बरेच जास्त असतात. विंशोपकांत आपल्याकडे फार गोष्टी असतात. इतक्या इतर बहुतेक प्रांतांतल्या पंचांगांत नसतात. असो.

येणेंप्रमाणें आपल्या पंचांगकारांची कालगणनापद्धति आहे. कालगणनापद्धतीचा ज्योतिःशास्त्राशीं संबंध येत असल्यामुळें हींतील कांहीं मुद्दयांचें विवेचन ज्योतिःशास्त्राचा इतिहास देऊन नंतर करूं.

बौद्ध कालमापन.— बौद्धांच्या कालगणनापद्धतीचा विचार स्वतंत्रपणें देण्याचें विशेष कारण नाहीं. कारण देशांत जी कालगणनापद्धति चालू होती तीच घेऊन बौद्धांनीं आपले उत्सव, उपवास व व्रतें बसविलीं. नवीन संप्रदायामध्यें आपल्याकडे लोक ओढतांना जर एखादा नवीन सण सुरू करतां येईल तर तो करण्याचा प्रयत्न केला जात असे; याप्रमाणेंच चालू उत्सव किंवा दिवसमहत्त्व लक्षांत घेऊन त्या दिवशीं निराळा आचार सुरू करणें किंवा त्या दिवसाच्या महत्त्वाचें ऐतिहासिक स्पष्टीकरण निराळें देणें इत्यादि क्रिया केल्या जातात. उदाहरणार्थ, जैनांत दिवाळीचें महत्त्व दिवाळी ही महावीरनिर्वाणाची तारीख ठरवून सिद्ध केलें आहे. संक्रांतीचें महत्त्व बौद्धांत, जैनांत व इतर हिंदूंतहि सारखेंच आहे. बौद्धांमध्यें विशिष्ट महिन्याचें माहात्म्य, विशेषेंकरून अधिकमासाचें माहात्म्य ब्राह्मणी ग्रंथांप्रमाणेंच वर्णिलें आहे. तसेंच दर्शपौर्णमासाचें माहात्म्य बौद्धांत आहेच. शिवाय, बौद्धांनीं पक्षमध्यांस धार्मिक महत्त्व देऊन महिन्यांतून चार उपवासाचे दिवस तयार केले. त्यांनीं षड्ऋतू मागलेच ठेवून प्रत्येक ऋतु बदलण्याचा काळ पुण्यदिन केला. मकरसंक्रांतीस त्यांनीं वर्षारंभ करून तिला महत्त्व दिलें. त्यांनीं आपला निराळा शकहि सुरू केला. बुद्धनिर्वाणशक हा ब्रह्मदेशांत व पूर्वेकडील द्वीपकल्पांत ख्रिस्तपूर्व ५४३ सालीं सुरू झाला असें मानण्यांत येतें.

चीन, जपान व तिबेट कालमापन.—चीनमध्यें बौद्धांनीं आपले उपवास व सण चिनी लोकांच्या चांद्र कालगणनेशीं जुळविले. सिलोनमध्यें बौद्ध भिक्षूंचें 'लित' म्हणजे पंचांग वाळगणें हें कर्तव्य आहे. जपानमध्यें चिनी बौद्ध पंचांगपद्धति चालू होती. परंतु १८७२ सालीं जपान सरकारनें परंपरागत चांद्र कालगणनापद्धति रद्द करून पाश्चात्य सौरपद्धतीच सुरू केली. तिबेटमध्यें कालगणनापद्धति कांहीं अंशीं भारतीय व कांहीं अंशीं चिनी आहे. बारा व साठ बार्हस्पत्य संवत्सरांची योजना हिंदुस्थानांतून तेथें गेली; तथापि त्यांनां जे शब्द वापरले गेले ते मात्र चिनी वापरले गेले.

निरनिराळ्या बौद्ध लोकांचे रिवाज पाहतां असें दिसतें कीं त्यांमध्यें साप्ताहिक उपवासाचें जरी महत्त्व आहे तरी इतर सणांच्या बाबतींत सर्व लोकांत सारखेपणा किंवा एककालीनत्व आढळून येत नाहीं.

आनाम, चंपा व लावो.—आनाम, चंपा, लावो वगैरे भागांत हिंदूंची कालगणनापद्धति जरी स्वीकारली गेली आहे तरी तिजबरोबर चिनी कालगणनापद्धति देखील थोडीशी शिरलीच; आणि मुसुलमानी कालगणनापद्धतीचाहि थोडा परिणाम झाला. शालिवाहन शक चालतो तेथेंच द्वादशवर्षसमुच्चय देखील वर्षगणनेसाठीं लावले जातात. हीं बारा वर्षें बारा राशींवरून आलीं आहेत. शालिवाहनशकाशिवाय बुद्धशकहि कांहीं ठिकाणीं चालू आहे. बुद्धशकाचा प्रारंभ ख्रिस्तपूर्व ५४३ वर्षें धरतात आणि महाशकराज म्हणजे शालिवाहनशक ख्रिस्तोत्तर ७८ पासून धरतात. यांशिवाय कांहीं ठिकाणीं 'चुल्लशकराज' म्हणून शक वापरण्यांत येतो. चुल्लशकराज म्हणजे कमी महत्त्वाचा शक होय. हा ख्रिस्तोत्तर ६३८ पासून सुरू होतो.

कांबोज, अनाम, चंपा वगैरे प्रदेशांत चैत्र, वैशाख हेच महिने वापरले जातात. एवढेंच नव्हे, तर कांहीं ठिकाणीं मोहरम वगैरे मुसुलमानी महिनेहि वापरले जातात. त्यांच्या द्वादशवर्षसमुच्चयाचा उल्लेख चिनी कालगणनापद्धतींत आलाच आहे.

जैन कालमापन.—बौद्धांनीं जर आपली विशिष्टकालमापनपद्धति तयार केली तर जैनांनीं तरी कां स्वस्थ बसावें? त्यांचे ज्योतिषावर ग्रंथ आहेतच. पण जैनांच्या कालमापनाचा विशेष असा आहे कीं, त्यांनीं युगमन्वंतरें यांसारखे अनेक दुसरे मोठमोठे कालसमुच्चय तयार केले आहेत; आणि अमुक तीर्थंकर अमुक कोटी वर्षें जगला, अमुक तीर्थंकर इतक्या लक्ष कोटी वर्षें जगला अशीं विधानें केलीं आहेत.

बाबिलोनियाचें ज्योतिष.—आतां आपण भारताइतक्या जुन्या संस्कृतीकडे व तिजमधील ज्योतिषाकडे वळूं. बाबिलोनियांतील ज्योतिष फार जुनें. असुरांचें राष्ट्र जर फार जुनें तर त्यांचें ज्योतिषहि जुनेंच असणार. त्यांच्या ज्योतिषाचें सविस्तर विवेचन आपणांस अवश्य आहे. कां कीं, कालगणनाविषयक ज्ञानाच्या बऱ्याच पूर्णतेला गेलेला अत्यंत प्राचीन काळचा हा विकास होय. यांनीं आपल्या ऐतिहासिक कालांत कालगणनाविषयक विकास कोठपर्यंत नेऊन भिडविला हें आपण पाहूं. वर्षाचे तीनशें साठ दिवस, चार महिन्यांचे तीन

काल, तीनशें चोपन दिवसांचें चांद्र वर्ष व तीनशें पासष्ट दिवसांचें सौर वर्ष इत्यादि कल्पना त्यांनीं फारच प्राचीन काळांत विकासविल्या. सौरचांद्र वर्षांची जुळणी करून घेण्याची पद्धति वाबिलोनी व मिसरी राष्ट्रांची परस्परांहून भिन्न होती. इजिप्शियन लोक वर्षांतीं अधिक दिवस घालीत, तर वाबिलोनी लोक अधिक मास वापरीत. पारशी लोकांच्या वर्षांत शके १८४३ सालच्या निर्णयसागरी पंचांगांत ५ ते ९ सप्टेंबर हे गाथादिवस म्हटले आहेत. हे गाथादिवस म्हणजे सौरचांद्रमीलनार्थ तोडगा होय. ही पद्धति मिसरी लोकांत होती. आणि वाबिलोनी लोकांत अधिकमासपद्धति होती. वाबिलोनी लोकांच्या महिन्यांचीं नांवें मूळ सुमेरियन लोकांचीं आहेत. यामुळें वाबिलोनी लोकांस त्यांच्या ज्योतिषाचे मूळ प्रवर्तक म्हणतां येत नाहीं. तें श्रेय सुमेरियन लोकांस दिलें पाहिजे. वाबिलोनियाचें एकंदर ज्योतिःशास्त्र खाल्डियांत, म्हणजे युफ्रेटिसच्या पश्चिमेकडील व अरबस्थानच्या पूर्वेकडील प्रदेशांत पैदा झालें होतें, आणि खाल्डियन ज्योतिष हें फलज्योतिषस्वरूपी होतें. यांच्यांतच बारा राशींची कल्पना उत्पन्न झाली. खाल्डियन लोकांनां संपातचलनाचेंहि ज्ञान होतें. त्यांनीं प्राचीन दंतकथांच्या आधारावर आपल्या कालगणनेस राशिचक्रारंभस्थान मिथुन राशीच्या पूर्व टोंकास होतें तेव्हां सुरवात झाली असें ठरविलें होतें. यावरून खाल्डियन लोकांची कालगणनापद्धति सात हजार वर्षांपूर्वी म्हणजे ख्रिस्तपूर्व पांच हजार वर्षांपूर्वी सुरू झाली असावी असें निघतें. त्यांची युगकल्पना संपातचलनावरून वसविलेली दिसते. मनुष्याची उत्पत्ति जगाच्या आरंभदिवशीं झाली अशी त्यांची समजूत असून जगाचा आरंभ कर्कयुगांत (म्हणजे ख्रि. पू. ७००० वर्षांपूर्वी) झाला असें ते मानीत असत. वाबिलोनी ज्योतिष्यांनीं निर्माण केलेल्या कल्पनेचा ख्रिस्ती धर्मसंप्रदायांत केवढा परिणाम झाला हें सर्वांस परिचितच आहे. खाल्डियन ज्योतिषाचा भारतीय ज्योतिषावर जो परिणाम झाला त्याचें विवेचन पूर्वी केलेंच आहे (प्रथम विभाग पृ. ३०१). त्यांत द्रेष्काणपद्धति ही खाल्डियन किंवा इजिप्त येथील शास्त्रांतून भारतीयांनीं घेतली अशा अर्थाचें एक मत आहे असें दाखविलें आहे.

मिसरदेशीय कालगणना.—इजिप्तमधील कालगणनापद्धति वरीच सूक्ष्म असून ती त्यांच्या पारमार्थिक कल्पनांशीं निगडित आहे. ती पद्धति स्पष्टपणें मांडण्यास इतर पुष्कळ गोष्टी द्याव्या लागतील. शिवाय, तिचा सर्वसामान्य कालगणनापद्धतीवर फारसा परिणाम झालेला दिसत नाहीं. म्हणून, तिजमध्यें चांद्र आणि सौर वर्षकल्पना होत्या आणि अधिक मासाऐवजीं चांद्रवर्षांतीं कांहीं अधिक दिवस ते धरीत या सांगितलेल्याच गोष्टींकडे लक्ष ओढण्याशिवाय आणखी माहिती येथें देत नाहीं.

भारतीयांच्या कालगणनेचें स्वरूप चांद्रसौर आहे. चांद्रसौर पद्धति एकत्र करून कालगणना करण्याची पद्धति भारतीयांनीं आजपर्यंत चालू ठेवली आहे. तिचें सातत्य आपणांस वेदकालापासून दाखवितां येईल. ऋग्मंत्रकालींच अधिकमासकल्पना होती; म्हणजे चांद्र आणि सौर पद्धतींचा मेळ घालण्याचा प्रयत्न पूर्वींच होऊन गेला होता. मुसुलमान आणि ख्रिस्ती मंडळींनीं ही दोन तत्त्वांची पद्धति कायम ठेवली नाहीं. कदाचित् याचें कारण अधिकमास, आणि अधिकदिवस याला वंचक धार्मिकता उत्पन्न झाली होती हें असावें.

रोमन कालगणना.—आजची यूरोपांत प्रचलित असलेली कालगणनापद्धति मूळची रोमन आहे. त्यांचें वर्ष सौर पद्धतीचें होतें आणि त्यांचे धार्मिक विधी कृषिविषयक होते. रोमन लोकांचें अत्यंत प्राचीन वर्ष चांद्र असावें असें म्हणतात. त्यांचें वर्ष जेव्हां चांद्र पद्धतीचें झालें तेव्हां त्यांचे गणिती ३५४ दिवसांचें वर्ष धरीत. त्यामुळें अर्थात् त्यांचे कृषिमूलक विधी करण्याचे दिवस मागेंपुढें होत. रोमन लोकांनीं सौर पद्धति अमलांत आणली याचें हेंच कारण होय. वर्ष कृषिमूलक विधींस जुळतें करून घेण्याचें काम पॉंटिफिसिस (धर्माधिकारी) यांजवर पडून त्यांजकडून रोमन कालगणनेंत वारंवार सुधारणा होऊं लागली. सीझरनें ज्या अनेक क्रांतिकारक गोष्टी केल्या त्यांतील एक म्हटली म्हणजे पंचांगसुधारणा होय. ती सुधारणा करण्यापूर्वी चांद्र व सौर वर्षांची तोंडमिळवणी करून घेण्याकरितां एक वर्ष ३५५ दिवसांचें तर एक वर्ष ३७७ दिवसांचें असें करून सूर्यावर अवलंबून असणारे, म्हणजे शेतकीच्या कालाशीं विशेष संबंध असणारे दिवस योग्य स्थानावर आणीत. ही कालगणनापद्धति सीझरला पसंत पडली नाहीं. त्यामुळें तो सर्वाधिकारी (डिक्टेटर) व धर्माधिकारी (पॉंटिफिसिस) असतांना त्यानें धृष्टपणानें सोसिजिनिस नांवाच्या ज्योतिष्याच्या साहाय्यानें एक पंचांगसुधारणा केली. त्यानें ख्रि० पू० ४६ वें वर्ष ४४५ दिवसांचें केलें आणि पुढील वर्षें ३६५ दिवसांचीं केलीं. पूर्वी वर्ष मार्चमध्यें सुरू होत असे पण ख्रि० पू० १५३ सालापासून कॉन्सल जानेवारींत अधिकारारूढ होऊं लागले. सीझरच्या सुधारणेनंतर लवकरच वर्षारंभहि जानेवारीपासून करण्यांत आला.

ख्रिस्ती संप्रदायाच्या स्थापनेमुळें आणि ख्रिस्ती राष्ट्रांच्या वर्चस्वामुळें सर्व जगास सामान्य असा एक शक स्थापन झाला; एवढेंच नव्हे, तर त्यांची संप्रदायविशिष्ट पंचांगपद्धति चोहोंकडे पसरली. तींत सुधारणा पुष्कळच होत गेल्या. त्यांचें वर्णन शकविवेचन करतांना याच प्रकरणांत पुढें देऊं.

आर्मीनियन कालगणना.—ख्रिस्तीभवनापूर्वी आर्मीनियन लोकांचें वर्ष इजिप्शियन आणि पर्शियन लोकांप्रमाणें ३६५ दिवसांचें होतें; ३६५। दिवसांचें नव्हतें. त्यांच्या कालगणनेविषयीं स्वतंत्र विवेचनाचें प्रयोजन नाहीं. त्यांच्या कालगणनेविषयीं विवेचन करावयाचें म्हणजे त्यांनीं आपली

पद्धति ख्रिस्ती राष्ट्रांशीं जुळती कशी करून घेतली हें सांगणें होय. त्यांचे महिने तीस दिवसांचे बारा होते. बारा महिन्यांचीं जीं नांवें आहेत त्यांत कांहीं अंशीं पर्शूच्या संबंधाचा परिणाम दिसून येतो. मेहकन हा महिना मेहेर किंवा मिथ्र शब्दाशीं संबद्ध आहे. मार्गच आणि अहिकन हे शब्द पारसिक शब्दांशीं संबद्ध दिसतात. हे बारा महिने झाले म्हणजे दुसरें वर्ष सुरू होण्यापूर्वी पांच दिवस जास्त धरतात. त्यांच्या मध्यें निरनिराळ्या शकपद्धती आहेत. आर्मीनियन कालगणनेचा भारतीय कालगणनेशीं प्रत्यक्ष संबंध आला नसावा. जो संबंध आहे तो दोन मार्गांनीं दाखवितां येईल. कांहीं भारतीय ज्योतिष बाबिलोनियाहून आलें असेल आणि कांहीं पर्शुभारतीय काळांतील ज्योतिषापासून विकासलें असेल. यामुळें भारतीय व आर्मीनियन कालगणना सहोदर होत्या असें म्हणतां येईल.

मुसुलमानी कालगणना.—मुसुलमानी कालगणनेचें विशेष हें कीं, त्यांचें वर्ष पूर्णपणें चांद्र आहे. यूरोपीयांची कालगणना पूर्वी चांद्रसौर होती ती पुढें केवळ सौर झाली. मुसुलमानांमध्यें त्याच्या उलट क्रिया झाली. अरबांमध्यें पूर्वी चांद्रसौर वर्ष होतें तें महंमदानें हिजरी शकाच्या दहाव्या सालापासून केवळ चांद्र केलें आणि अधिक मास बंद केला. यामुळें महिन्यांचीं नांवें व त्यांत करावयाच्या क्रिया यांची संगति जी महंमदपूर्व अरबस्थानांत होती ती मात्र गेली.

इजिअन कालगणना.—जगाच्या कालगणनेशीं असंबद्ध पण ज्यांची कालगणना बरीच प्रगत झाली होती अशा राष्ट्रांचा जातां जातां उल्लेख केला पाहिजे. इजिअन संस्कृतीमध्यें कालगणना कशी होती याविषयीं आपणांस स्पष्ट माहिती नाहीं. तथापि ग्रीक लोकांची कालगणनापद्धति इजिअन संस्कृतींतील पद्धतीचें परिणत स्वरूप असावें अशी कल्पना आहे. इजिअन कालगणनापद्धतीस केवळ मृत म्हणतां येणार नाहीं. ती प्रवाहपतित म्हणतां येईल.

मृत कालगणनापद्धती—तथापि ज्या राष्ट्रांची कालगणनापद्धति अगदींच मृत झाली अशीं राष्ट्रें म्हणजे मेक्सिकन आणि मय हीं होत.

अमेरिकेच्या युकाटान प्रांतांतील मयनामक देश्य लोकांमध्यें जो कालगणनासंप्रदाय होता त्याजविषयीं माहिती आपणांस चिदं-बलं नांवाच्या ग्रंथापासून मिळते. चिदं नांवाच्या एका प्रवक्त्यानें एक भविष्यवाद प्रसिद्ध केला आहे तो सांगणारा हा ग्रंथ आहे. ह्या ग्रंथामध्यें चार प्रकारची माहिती आहे. (१) फलज्योतिष आणि भविष्यवाद, (२) कालगणना व इतिहास, (३) आथर्वणज्ञान व उत्तरकालीन इतिहास आणि (४) ख्रिस्ती संप्रदायांची माहिती. हा ग्रंथ ज्या लिपींत लिहिला आहे ती लिपि स्पॅनिश संन्याशांनीं लोकांस शिकविली आणि तींत मय भाषेमध्यें मय लेखकांकडून विज्ञान लिहिलें गेलें.

मेक्सिकन आणि मय लोकांच्या पद्धती त्या त्या राष्ट्रांच्या संस्कृतिवर्णनांत देण्याचें योजिलें आहे.

कालगणना करतांना आणि वर्षे मोजतांना प्रारंभबिंदु धरावा लागतो. ह्या प्रारंभबिंदु धरण्यासाठीं काय प्रयत्न झाले आणि प्रारंभबिंदु कोणता धरावा याविषयीं निरनिराळ्या राष्ट्रांनीं निरनिराळ्या योजना केल्या आहेत त्यांचें स्थूल वर्णन आणि भारतीय खटपटींचें विशेष विवेचन येथें देतों.

कालगणनाशास्त्राचा विकास.—कालगणनाशास्त्राचा मुख्य उद्देश या जगाच्या इतिहासांत कालक्रमानुसार ज्या गोष्टी घडून आल्या त्यांची नीटपणें कल्पना देणें व ह्या महत्त्वाच्या घडामोडींमध्यें गेलेल्या कालविभागांचा निर्णय करणें हा होय. एकंदर जागतिक इतिहासाचा कालक्रमहि ह्या शास्त्रानें दर्शविला जातो. गतकालाची माहिती ठेवण्याची कितीहि असंस्कृत पद्धति असली तरी तत्पूर्वी खगोलाच्या गतींचें थोडेंबहुत ज्ञान असावेंच लागतें. कारण, त्याशिवाय कालगणना बरोबर करतां येणारच नाहीं. त्याचप्रमाणें सुधारलेल्या जीवनक्रमास आवश्यक अशा कलांमध्यें थोडी प्रगतीहि व्हावी लागते. ही प्रगति मागें गेलेल्या कित्येक पिढ्यांच्या संचित अनुभवावरूनच होणें शक्य असतें. लेखनकलेच्या शोधापूर्वी मागें घडलेल्या गोष्टींची स्मृति अगदीं शक्य तितकी बिनचूकपणें कांहीं थोड्या वर्षांपेक्षां जास्त कालपर्यंत जागृत ठेवणें शक्यच नव्हतें. ज्या घडामोडींनीं मानववंशाच्या भौतिक परिस्थितींत फेरबदल घडवून आणला किंवा पृथ्वीवर नुकत्याच अस्तित्वांत आलेल्या मनुष्यप्राण्याच्या असंस्कृत मनोभूमिकेवर कायमचा परिणाम घडविला, अशा घडामोडींची माहिती दंतकथात्मक गोष्टींच्या स्वरूपांत हजारों लाखों युगांतून पुढें प्रसृत होणें शक्य झालें. परंतु त्यांमध्यें गेलेले कालविभाग प्रथम ठोकळ मानानें लक्षांत राहून पुढें हळूहळू स्मृतिपथांतून निघून जातात. लेखनकलेच्या शोधामुळें अस्पष्ट अशा दंतकथांबद्दल बिनचूक व कायम टिकणारा इतिहास लिहिणें शक्य झालें; परंतु जगाच्या बाल्यावस्थेंत कालगणना अचूक रीतीनें करण्याइतकें मानवजातीचें शिक्षण झालें नव्हतें. ह्या सर्व कारणांमुळेंच जगाच्या प्राचीन कालयुगांचा क्रम ठरविण्याचे प्रयत्न त्या मानानें अगदीं अर्वाचीन आहेत. त्याच्या अगोदरचे कालगणनेचे ओबडधोबड प्रयत्न समजले असतां प्राचीन लोक आपला व्यवहार कसा करीत हें समजेल.

मनुष्याचें कालगणनेकडे लक्ष जाण्यास त्याची बरीच प्रगति झाली असली पाहिजे. जेव्हां व्यापार वाढतो, व्याज आकारण्याचा प्रसंग येतो तेव्हां कालगणना अधिक सूक्ष्म करावी लागते. अशा कारणासुळें कालगणनेस कोणता तरी प्रारंभबिंदु असला पाहिजे अशीहि भावना उत्पन्न होते. प्रारंभबिंदु उत्पन्न करून कालगणना पद्धतशीर करावी ही भावना जेव्हां मनुष्यास ऐतिहासिक दृष्टि येऊं लागते

तेव्हां उत्पन्न होते. ही ऐतिहासिक दृष्टि उत्पन्न व्हावयास मनुष्यप्राण्याचा विकास बराच व्हावा लागतो.

निरनिराळ्या राष्ट्रांमध्यें प्रारंभबिंदु योजण्याचे प्रयत्न होणार. एका राष्ट्रांतच आपलें नांव किंवा आपणांस प्रिय अशा पुरुषाचें नांव अधिक चिरंजीव करण्यासाठीं पूर्वींचे प्रारंभबिंदू बंद करून नवीन प्रारंभबिंदू योजावयाचेहि प्रयत्न होतात. अमेरिकन लोक पुष्कळशा कागदांत आपल्या राष्ट्रस्थापनेचें वर्ष हा प्रारंभबिंदु करतात. या गोष्टी लक्षांत घेतां कालगणनाशास्त्राच्या इतिहासाचे भाग येणेंप्रमाणें पडतात.

(१) कालगणना शिस्तवार करण्यासाठीं शकस्थापनेच्या पूर्वींचे निरनिराळ्या राष्ट्रांतील प्रयत्न.

(२) निरनिराळे शक आणि त्यांचा विशेषें करून भारतांत प्रचार.

(३) निरनिराळ्या शकांची संगति लावण्याचा प्रयत्न.

(४) एकशकप्रसार.

(५) शकपद्धति ज्या काळांत नव्हती त्या काळाच्या इतिहासलेखनासाठीं उपयोगीं पडणारें कालगणनाशास्त्र.

या सर्व गोष्टींकडे आपण क्रमशः वळूं.

कालगणनेसाठीं आणि कालप्रारंभार्थ केल्या गेलेल्या ओबड धोबड यत्नांचा इतिहास द्यावयाच्या पद्धती दोन आहेत. एक पद्धति तौलनिकमानववंशशास्त्रीय होय. आजच्या रानटी जाती आपल्या पूर्वजांसारख्या असतलि अशी कल्पना करावयाची. आजच्यांचे अप्रगत रिवाज अवलोकन करावयाचे आणि त्यांपासून आजचे प्रगत रिवाज विकासवावयाचे. दुसरी पद्धति म्हटली म्हणजे विशिष्ट राष्ट्रांचे विकास शोधावयाचे. पहिल्या पद्धतीनें विवेचन करावयाचें म्हणजे अमेरिका व आफ्रिका खंडांतील देश्यांच्या व हिंदुस्थानांतील डोंगरी लोकांच्या पद्धती दाखवावयाच्या. त्यांपैकीं कांहींचें पुढें विवेचन येईलच (कालगणना पहा).

वेदकालीन कालमापन.—ज्यांची अनेक वर्षांची कालगणनापद्धति परिचित आहे अशा राष्ट्रांमध्यें हिंदुस्थानाचा अंतर्भाव होतो. वैदिक काळीं शक नव्हते, युगकल्पना नव्हती, तरी कांहींतरी कालमापनपद्धति असलीच पाहिजे. त्यासंबंधानें शंकर बाळकृष्ण दीक्षित म्हणतातः

'वेदांत कल्प हा शब्द केवळ कांहीं तरी कालमापन या अर्थी सुद्धां आढळून येत नाहीं. युग हा शब्द मात्र वेदांत कांहीं तरी कालाचा वाचक आहे यांत संशय नाहीं. तो काल म्हणजे अमुकच वर्षें असें कोणत्याहि वाक्यावरून स्पष्ट होत नाहीं. तथापि वेदांगज्योतिषांत आलेल्या पंचसंवत्सरात्मक युगाच्या ज्या संवत्सर, परिवत्सर, इदावत्सर, अनुवत्सर, इद्वत्सर ह्या अवयवीभूत वर्षसंज्ञांचा वेदोत्तरकालीन ग्रंथांत अनेक ठिकाणीं निर्देश आलेला आढळतो, त्यांपैकीं ऋ. सं. ७. १०३, ७–८ मध्यें संवत्सर व परिवत्सर हे दोन शब्द आले असून ऋ. सं. १०. ६२, २ मध्यें परिवत्सर शब्द आणखी एकदां आला आहे. तसाच वर्षासंबंधीं कांहीं सांगावयाचें असतां ऋग्वेदांत त्याबद्दल बहुधा शरद् हेमंत यांसारखा एखादा ऋतुवाचक शब्द येतो. याशिवाय वा.सं. २७. ४५ मध्यें संवत्सर, परिवत्सर, इदावत्सर, इद्वत्सर व वत्सर; वा. सं. ३.१५; व तै. ब्रा. ३.४,१ या दोहोंतहि संवत्सर, परिवत्सर, इदावत्सर, इद्वत्सर, वत्सर व पुन्हां संवत्सर; तै. ब्रा. १. ४, १० मध्यें संवत्सर, परिवत्सर, इदावत्सर व अनुवत्सर; तै. ब्रा. ३.१०,४ मध्यें संवत्सर, परिवत्सर, इदावत्सर, इदुवत्सर [= अनुवत्सर—माधवाचार्य], इद्वत्सर व वत्सर; अशीं नांवें निरनिराळ्या प्रकारांनीं आलीं आहेत. यावरून, सर्वांशीं वेदांगज्योतिषांतलि पंचसंवत्सरात्मक युगपद्धतीसारखी नसली तरी कांहीं अंशीं तशी पद्धति वेदकालीं प्रचारांत असावी असें दिसतें. ऋ. सं. १.१५८,६ मध्यें दीर्घतमा दहाव्या युगीं म्हातारा झाला अशा अर्थाचा एक मंत्र आहे. अर्थात्, यांत दीर्घतम्याचें कांहीं तरी वैशिष्ट्य सांगण्याचा हेतु असला पाहिजे. वेदांगज्योतिषांतील पांच वर्षांचें युग घेतलें तर तो ५० व्या वर्षीं म्हातारा झाला असें होईल; पण तें तर उलट कमीपणा दाखविणारें आहे. मनुष्याची वयोमर्यादा १०० वर्षें धरल्यास या मंत्रांत युग १० वर्षांचें तरी मानावें लागतें. यावरून, आणि युगायुगाच्या ठायीं आम्ही तुझी स्तुति करतों अशा अर्थाचा ऋ. सं. ६. ८, ५ मध्यें उल्लेख आला आहे त्यावरून युग हें एका मनुष्याच्या आयुष्यांतील कांहीं कालपरिमाण—अर्थात् १०० हून कमी—असें दिसून येतें. तथापि, 'पूर्वी देवयुगामध्यें अमुक झालें,' 'सांप्रतचीं मानवी युगें,' असे उद्गार (ऋ. सं. १०. ७२,२; १. १०३, ४; ५. ५२, ४; ५. ७३, ३) युग म्हणजे कांहीं तरी मोठा काल अशी कल्पना बोलणाऱ्याच्या मनांत असल्यावांचून निघण्याचा संभव दिसत नाहीं. यावरून युग शब्दाचा अर्थ नियमित नव्हता असें म्हणावें लागतें. यामुळें कांहींएक गोष्ट कांहींएक क्रमानें एकदां घडून ती तशाच कालक्रमानें पुन्हां घडण्याचें जें एक कालपरिमाण तें युग, हा ज्योतिषांतील युगाचा अर्थ (उ० आर्यभटीयाची परमादीश्वरकृत भटदीपिका टीका, गीतिकापाद, आर्या ७ पहा) वेदकालींहि असेल असें वाटूं लागतें. महायुग म्हणजे ४३,२०,००० वर्षें हें परिमाण जरी त्या वेळीं प्रचारांत नसलें, तरी युग म्हणजे कांहीं तरी दीर्घकालाचें मान इतका तरी अर्थ वेदकालीं होता. इतकेंच नाहीं तर, "या औषधीःपूर्वा जाता देवेभ्यस्त्रियुगं पुरा" (ऋ. सं. १०. ९७, १ व सायण भाष्य पहा) या व याच अर्थाच्या तैत्तिरीय संहितेंतील व वाजसनेयि संहितेंतील (१२. ५५) वाक्यांवरून युगसंख्या ४ ही कल्पनाहि वेदत्रयीसंहिताकालीं असावी असें दिसतें [महीधरानें वाजसनेयिसंहितेवरील भाष्यांत त्रियुग शब्दाचा अर्थ वसंत, वर्षा व शरद् हे ऋतू असा दिला आहे. सायणभाष्यकार कृतत्रेताद्वापर हीं तीन युगें किंवा वसंतवर्षाशरद् हे

तीन ऋतू असे दोन्ही अर्थ देतात]. वेदांत कृतादि शब्द कांहीं एक कालपरिमाण या अर्थी आले आहेत असें सिद्ध करतां येत नाहीं. तथापि त्या चार देवता मानल्या जात असत; व त्यांत कृत हें चांगलें त्रेतादि उत्तरोत्तर कमी योग्यतेचीं व कलि अगदीं वाईट ही कल्पना मात्र स्पष्ट दिसून येते (तै. सं. ४. ३,३; वा. सं. ३०.१८; तै. ब्रा. ३.४,१ व १. ५, ११; ऐ. ब्रा. ३३.१५). युगें हीं कांहीं कालपरिमाणदर्शक आहेत व तीं चार आहेत ही समजूत इतर वेदवाक्यांवरून जर दिसून येते, तर मग वेदोत्तरकालीं फार प्रबल झालेली जी युगकल्पना तिचें मूळ कृतादि संज्ञा ज्यांत आहेत त्या उपरिनिर्दिष्ट वाक्यांतच असलें पाहिजे. द्वापर हा शब्द गोपथ ब्राह्मणांत (१. २८) एक कालपरिमाण ह्या अर्थी आला आहे.

कालमापनार्थ प्रारंभबिंदु ठरविण्याचे प्रयत्न, भारताबाहेरील.—येथपर्यंत भारतांतील ओबड धोबड पद्धतींचें वर्णन झालें. आतां विशेष पद्धतशीर प्रयत्नांची माहिती देण्यापूर्वी जगभर कालगणनेला प्रारंभबिंदु उत्पन्न करण्यासाठीं काय काय प्रयत्न झाले याचा हिशेब घेऊं.

ज्यू लि य न श क.—खरें पाहिलें असतां हा कांहीं कालक्रम दर्शविणारा शक नाहीं. परंतु निरनिराळ्या शकांची परस्परांशीं तुलना करतांना व ख्रिस्तपूर्व वर्षांची मोजदाद करतांना हा शक अत्यंत सोइस्कर असल्यामुळें कालगणना करणाऱ्यांनीं ह्या जूलियन कालविभागाचा बराच उपयोग केला आहे. ह्या शकाची एकंदर ७९८० वर्षें असून ख्रिस्त शकाचें पहिलें वर्ष जूलियन शकाचें ४७१४ वें वर्ष आहे.

ऑ लिं पि क श क.—ग्रीस देशांत प्राचीन काळीं ज्या ऑलिंपिक खेळाच्या शर्यती होत त्यांमध्यें विजयी झालेल्यांचा सन्मान करण्याच्या हेतूनें हा शक जूलियन शकांतील ३९३८ व्या सालीं, म्हणजे ख्रि० पू० ७७६ व्या सालीं सुरू करण्यांत आला. ह्या शकांतील प्रत्येक "ऑलिंपिअड" नामक कालविभाग हा चार ऑलिंपिक वर्षांचा असे. ह्या ऑलिंपिक वर्षांचा आरंभ स्थूल मानानें जुलईच्या १ ल्या तारखेपासून समजण्यांत येतो. ऑलिंपिक शकावरून ख्रिस्ती शकाचें वर्ष काढतांना ज्या दोन गोष्टी ध्यानांत ठेवावयाच्या त्या ह्या कीं, जर एखादी गोष्ट तारीख १ जानेवारी व १ जुलई यांच्या दरम्यान घडली असेल तर त्या ऑलिंपिक शकाच्या आंकड्याची व ख्रिस्तपूर्व शकाच्या आंकड्याची बेरीज ७७६ असते; व जर तीच गोष्ट १ जुलई व १ जानेवारी यांच्या दरम्यान घडली असेल तर ऑलिंपिक शकाच्या आंकड्याची व ख्रिस्तपूर्व शकाच्या आंकड्याची बेरीज ७७७ असते. ह्मणजे यांतून ऑलिंपिक वर्षें वजा केलीं तर ख्रिस्तपूर्व साल निघतें व ख्रिस्तपूर्व साल वजा केलें तर ऑलिंपिक वर्ष निघतें.

रो म स्था प ना श क.—ह्या शकाचा आरंभ ख्रि. पू. ७४७, ७५०, ७५१, ७५२ व ७५३ ह्या सालीं आला, अशीं निरनिराळ्या रोमन इतिहासकारांचीं निरनिराळीं मतें आहेत. ह्या शकांतील वर्षाचा आरंभ एप्रिलच्या २१ तारखेस होतो हें मात्र निर्विवाद आहे. रोमन लोक दोन प्रकारांनीं वर्षगणना करीत. सार्वजनिक व खाजगी व्यवहारासाठीं ठरविलेलें वर्ष जानेवारीपासून मोजलें जाई व सरकारी दफ्तर, इतिहास वगैरेंमध्यें वापरण्यांत येणारें वर्ष एप्रिलच्या २१ तारखेस सुरू होई.

वि श्वो त्प त्ति श क.—वास्तविक हा खरा शक नसून निरनिराळ्या लोकांनीं बायबलांतील आधारावर अनुमानानें हजारों प्रकारच्या ज्या कालगणना केल्या त्या होत. ह्या सर्वांत अत्यंत मोठी, अत्यंत लहान व सर्वमान्य अशा कालगणना अनुक्रमें ६९८४, ३४८३ व ४००४ ह्या होत. अर्थात् विश्वोत्पत्ति व नवीन मनुष्यनिर्मित शक यांजमधील हा कालविभाग अगदीं काल्पनिक आहे.

य हु दी का ल ग ण ना व श क.—इस्राएल लोक इजिप्तमधून बाहेर निघून जाईपर्यंत ते आपल्या वर्षास तुलाविषुवापासून आरंभ करीत; परंतु पुढें पुढें आपल्या मुक्ततेचें स्मरण ठेवण्याकरितां त्यांनीं मेषविषुवापासून वर्षारंभ करण्याची पद्धति पाडली. विश्वोत्पत्ति हीं ख्रिस्ती शकाच्या ३७६० वर्षें व ३ महिने अगोदर झाली असें ते मानतात; व त्या दृष्टीनें ते आपली कालगणना करतात. परंतु ही कालगणना एकंदर घोटाळ्याचीच आहे.

कॉ न्स्टँ टि नो प ल श क.—हा शक विश्वोत्पत्तीपासून सुरू झाला असें मानण्यांत येत असून ख्रिस्ती शकाच्या १ ल्या वर्षी ह्या शकाचें ५५०९ वें वर्ष पडतें. ह्या शकाचें व्यावहारिक वर्ष सप्टेंबरच्या १ ल्या तारखेस सुरू होत असून, धार्मिक वर्ष मार्च २१ ला सुरू होतें. हा शक रशियांत पिटर दी ग्रेट ह्याच्या कालापर्यंत सुरू होता व पुरोहित अद्यापहि तो वापरतात.

अ ले क्झां ड्रि या श क.—अलेक्झांड्रियाच्या ख्रिस्ती लोकांनीं जूलिअस आफ्रिकॅनस याची कालगणना स्वीकारून अॅडमच्या उत्पत्तीपासून ख्रिस्ताच्या अवतारापर्यंतचा काल ५५०० ठरविला. अलेक्झांड्रियन वर्षाचें ख्रिस्ती वर्षांत रूपांतर करतांना एक गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे कीं, जूलिअसनें ख्रिस्ताचा अवतारकाल याच्या ३ वर्षें अगोदर मानला होता. म्हणजे खरा ख्रिस्तावतारकाल या शकानुसार ५५०३ हा होय. ही कालगणना डायोक्लेटिअनच्या राज्यारोहणापर्यंत चालू होती; परंतु त्याच्या राज्यारोहणाच्या वर्षी म्हणजे ५७८७ या वर्षी त्या सालांतून एकदम १० वर्षें कमी करून तें वर्ष ५७७७ असें समजण्यांत आलें.

अँ टि ओ क ये थी ल मं डे न श क.—ह्या अँटिओक येथील शकाला जूलियस आफ्रिकॅनसची कालगणनाच आधारभूत आहे. पॅनोडोरस नामक इजिप्शियन मठवाशाच्या प्रेरणेवरून सिरियामधील ख्रिश्चन लोकांनीं हा शक सुरू केला.

पॅनोडोरस यानें जूलिअसच्या कालगणनेंतून १० वर्षें कमी केलीं व ख्रिस्तावतारकाल ३ वर्षें पुढें ढकलला.

नॅबो न स र श क.—ह्या बाबिलोनमधील शकाची ज्योतिर्गणितशास्त्रांत प्रसिद्धि आहे. टॉलेमी व हिपार्कस या खगोलशास्त्रवेत्त्यांनीं ह्या शकाचा पुष्कळ उपयोग केला आहे. टॉलेमीच्या लिहिण्यावरून असें दिसतें कीं ख्रि. पू. ७४७ च्या फेब्रुवारी महिन्याच्या २६ व्या तारखेस झालेल्या नॅबोनसरच्या राज्यारोहणापासून ही शकगणना सुरू झाली. जूलियन व बाबिलोनी वर्षांचें कालमान भिन्न असल्यामुळें ह्या शकाच्या वर्षास जुळणारीं दुसऱ्या शकांतील वर्षें काढणें दुर्घट झालें आहे. या शकाच्या सालावरून दुसऱ्या शकाचें साल काढण्यास तज्ज्ञ लोक एका तुलनात्मक कोष्टकाचा उपयोग करतात.

मॅ सि डो नी उ र्फ सि ल्यू कि डी श क.—ख्रि. पू. ३११ सालीं बाबिलोनमध्यें सिल्यूकस निकेटार याचें राज्य झाल्यापासून या शकास आरंभ होतो. ह्या शकाचा सर्व ग्रीक प्रदेशांत प्रसार झाला होता व तो ख्रिस्ती शकाच्या १५ व्या शतकापर्यंत चालू होता. निरनिराळ्या ग्रंथकारांनीं ह्या शकाचा आरंभ निरनिराळ्या कालीं मानिला आहे. परंतु सामान्यतः ह्या शकाचा आरंभ ख्रि. पू. ३१२ सालापासून धरतात (पुढें हिंदुस्थानांतील शकांच्या वर्णनांत दिलेला सिल्यूकिडी शक पहा).

अ ले क्झां ड र श क.—कांहीं ग्रीक इतिहासकारांनीं ख्रि. पू. ३२५ सालीं अलेक्झांडर मरण पावला तेव्हांपासून या शकाची गणना केली आहे. परंतु या शकाचा बिलकुल प्रचार नाहीं.

टा य र ये थी ल श क.—ख्रि. पू. १२६ सालच्या आक्टोबर महिन्याच्या १९ तारखेपासून ह्या शकास आरंभ होतो. ह्या शकाच्या सालावरून ख्रिस्ती शकाचें साल काढावयाचें असल्यास त्याच्या आंकड्यांतून १२५ वजा करावे व ख्रिस्तपूर्व सालावरून या शकाचें साल काढण्यास ख्रिस्तपूर्व साल १२६ मधून वजा करावें.

अँ टि ओ क ये थी ल सी झे रि य न श क.—ख्रिस्तपूर्व ४८ सालीं ९ ऑगस्टला जूलिअस सीझरनें जो जय मिळविला त्याच्या स्मरणार्थ हा शक सुरू झाला. परंतु सिरियन व ग्रीक लोकांच्या याच शकाच्या गणनेंत ११ महिन्यांचें अंतर आहे. कारण ग्रीक लोकांनीं हा काल ११ महिने मागें ढकलिला.

जू लि य न श क.—हा शक ख्रि. पू. ४५ सालच्या जानेवारीच्या १ ल्या तारखेपासून रोमन वर्षगणनेंतील सुधारणेचें स्मरण राखण्याकरितां सुरू केला होता.

स्पॅ नि श श क.—ऑगस्टसनें ख्रि. पू. ३९ व्या वर्षी स्पेनचा पूर्ण ताबा घेतला व तेव्हांपासून हा शक स्पेन, पोर्तुगाल इत्यादि रोमन प्रदेशांत सुरू झाला. ह्या शकावरून ख्रिस्ती शकाचीं वर्षें काढण्यासाठीं त्यांतून फक्त ३८ वर्षेंच वजा करावीं लागतात.

ॲ क्टि अ म श क व ऑ ग स्ट स श क.—ख्रि. पू. ३१ सालांत सप्टेंबरच्या ३ तारखेस ॲक्टिअम येथें झालेल्या युद्धाच्या स्मरणार्थ ह्या शकाचा आरंभ झाला. रोमन व इजिप्शियन लोकांनीं हा शक चालू ठेवला होता. ह्यानंतर चार वर्षांनीं म्हणजे ख्रि. पू. २७ सालीं ऑगस्टसनें रोमन सिनेटसभेस सर्व सत्ता सोडून देण्यास भाग पाडलें त्याच्या स्मरणार्थ ऑगस्टस शक सुरू झाला.

डा यो क्ले टि अ न श क किं वा मा र्टी र श क.—वर सांगितलेंच आहे कीं डायोक्लेटिअन बादशहानें जूलिअस आफ्रिकॅनसच्या कालगणनेंत १० वर्षें कमी केलीं. अलेक्झांड्रियांतील ख्रिस्ती लोकांनीं ह्याच वेळीं म्हणजे इ. स. २८४ च्या २९ ऑगस्टला वरील डायोक्लेटिअन शक सुरू केला. पुढें ख्रिस्ती लोकांची कत्तल झाल्यापासून ह्याच शकास मार्टीर शक म्हणण्याचा प्रघात पडला.

आ र्मी नि य न श क.—ह्या शकाचा आरंभ इसवी सनाच्या ५५२ सालांतील जुलईच्या ९ तारखेस होतो. एकंदर व्यावहारिक गोष्टींत आर्मीनियन लोक प्राचीन इजिप्शियन शक वापरतात. परंतु धार्मिक गोष्टींत मात्र ते जूलियन शकाप्रमाणें चालतात.

कालगणनेच्या ओबड धोबड प्रयत्नांपासून पद्धतशीर शकपद्धति सुरू होण्यास बराच काळ लागला; आणि जरी आपणांस अनेक शक प्राचीन काळापासून काल मोजणारे सांपडतात तरी असें समजूं नये कीं विशिष्ट शकाच्या पहिल्या दुसऱ्या वर्षापासून त्या शकानें कालगणना करण्यास सुरुवात झाली. उलट पक्षीं शक प्रचलित झाले ते उत्तरकालीं शास्त्रज्ञांनीं किंवा लोकांनीं आपल्या सोईकरितां केले; आणि शकप्रारंभ गणित करून शोधून काढले असेंहि झालें आहे. शिवाजीचा राजशक मात्र निघाला त्या वेळेसच वापरला गेला असें झालें असेल; पण त्या शकाचा प्रसार मात्र झाला नाहीं. शककर्तृत्वाची आकांक्षा करणारे आपणांस अजूनहि सांपडतात. नेपाळांतील एका राजपुरुषानें पन्नाससाठ वर्षांपूर्वी निराळा शक स्वतःच्या नांवानें सुरू करण्याची महत्त्वाकांक्षा धरली होती.

भरतखंडांत चालू असलेले शक.—आतां भारतीय कालगणनेकडेसच लक्ष देऊं. या विषयाकडे लक्ष देणें म्हणजे अनेक अधिक यशस्वी आणि कमी यशस्वी प्रयत्न लक्षांत घेतले पाहिजेत. भारतांत शालिवाहन शक, विक्रम शक, फसली शक इत्यादि शकांचें अवलंबन आज होत आहे.

स प्त र्षि सं व त्.—ह्या संवताचा आरंभ वर्षप्रतिपदेपासून होत असून हल्लीं त्याचा प्रचार काश्मीर व त्याच्या आसमंतांतील डोंगरी मुलूख एवढ्याच भागांत, विशेषेंकरून ज्योतिषी लोकांमध्यें आहे. प्राचीन काळीं तो पंजाबांतहि प्रच-

लित होता तरी आतां त्या प्रांतांत त्याचा प्रचार राहिला नाहीं. याचे महिने पूर्णिमान्त असून वर्ष बहुधा वर्तमान लिहिण्याची चाल आहे. तथापि क्वचित् प्रसंगीं गतवर्ष लिहिलेलेहि लेख आढळून येतात [उदाहरणार्थ, कैय्यटरचित देवीशतकाच्या टीकेंतील शेवटचा श्लोक पहा (इं. अँ; पु. २० पा. १५४)]. या संवतांत शतकाचे आंकडे सोडून केवळ वरील वर्षेंच लिहिण्याची साधारणतः वहिवाट असल्यामुळें त्यास कचा संवत् असें एक नांव आहे. याशिवाय तो काश्मीर वगैरे भागांत प्रचलित आहे म्हणून लौकिक काल किंवा लौकिक संवत्, डोंगरी मुलखांत त्याचा प्रचार असल्यामुळें पहाडी संवत् आणि पंचांगांत व शास्त्रीय विषयावरील ग्रंथांत तो वापरीत असल्यासुळें शास्त्रसंवत् अशीं त्यास आणखीहि नांवें पडलीं आहेत.

कलियुगाचीं २५ वर्षे होऊन गेल्यानंतर ह्या संवतास आरंभ झाला असें काश्मीर प्रांतांत राहणारे लोक मानतात (डॉ. बुहलरचा काश्मीरचा रिपोर्ट पान६०). परंतु पुराणांत व ज्योतिषशास्त्रसंबंधीं ग्रंथांत तो कलियुगास आरंभ होण्यापूर्वींहि चालू होता असा उल्लेख आला आहे. याला सप्तर्षि संवत् असें नांव पडण्याचें कारण सप्तर्षि नक्षत्रांतील सात ताऱ्यांच्या कल्पित गतीशीं याचा जोडलेला संबंध होय. अशी कल्पना आहे कीं, हे सात तारे अश्विनी आदिकरून २७ नक्षत्रांत प्रत्येकीं शंभर शंभर वर्षेपर्यंत राहत असून २७०० वर्षांत त्यांचें सर्व नक्षत्रांतून एक वेळ भ्रमण होतें [वाराही संहिता, अध्याय १३, श्लोक ४; भागवत, स्कंध १२ अध्याय २ श्लोक २७-२८; आणि विष्णुपुराण अंश ४, अध्याय २४, श्लोक ५३-५४]. पुराणांत व ज्योतिषाच्या संहिताग्रंथांत सप्तर्षींची ही जी गति मानण्यांत आली आहे ती केवळ काल्पनिकच आहे. सिद्धांततत्त्वविवेकाचा कर्ता कमलाकरभट्ट याला देखील ही गति संमत नव्हती [सिद्धांततत्त्वविवेक, भग्रहयुत्यधिकार, श्लोक ३२]. जेथें जेथें हा संवत् प्रचलित होता तेथें तेथें नक्षत्राचें नांव न लिहितां त्या नक्षत्रांतील सप्तर्षींचें कितवें वर्ष आहे एवढेंच फक्त लिहिण्याचा प्रघात होता, व हल्लींहि तीच रीति चालू आहे. तथापि काश्मीरच्या पंचांगांत व दुसऱ्या कित्येक ग्रंथांत [उदाहरणार्थ, हस्तलिखित 'ध्वन्यालोक' इं. अँ; पु. २० पान १५१] कधीं कधीं संवताच्या अगदीं आरंभापासूनचें वर्ष दिलेलें पहावयास मिळतें.

कल्हण पंडिताची राजतरंगिणी [तरंग १, श्लोक ५२], विक्रम संवत् १७१७ चा चंबामध्यें मिळालेला एक लेख [इं. अँ. पु. २०, पान १५२], त्याच सालीं लिहिलेली पुण्याच्या डेक्कन कॉलेजच्या ग्रंथसंग्रहालयांत असलेली काशिकावृत्तीची एक प्रत आणि विक्रम संवत् १७५० चें काश्मीर मधील एक पंचांग [इं. अँ. पु. २०, पा. १५०], या सर्व पुस्तकांत त्यांचा कालनिर्देश करतांना सप्तर्षि संवताबरोबरच दुसरे जे निरनिराळे शक दिले आहेत त्यांवरून सप्तर्षि संवताचा इतर शकांशीं पुढें दिल्याप्रमाणें संबंध दिसून येतो. कलियुग संवतांतून २५ वजा केले असतां, किंवा विक्रमसंवतांत ३०१९, इसवी सनांत ३०७५ किंवा ३०७६ व शालिवाहन शकांत ३१५४ मिळविले असतां सप्तर्षि संवत् येतो. उलटपक्षीं शतकाचे आंकडे गाळून लिहिलेल्या सप्तर्षि संवताच्या वर्षांत २४ किंवा २५ मिळविले असतां इसवी सनाचें, २५ मिळविले असतां कलियुग संवताचें, ४६ मिळविले असतां शालिवाहन शकाचें, व ८१ मिळविले असतां विक्रमसंवताचें शतकाचे आंकडे नसलेलें साल निघतें. येथें एवढें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, वरील हिशेबांत ज्या विक्रम संवताचा उल्लेख आला आहे तो चैत्रापासून आरंभ होणारा असून इसवी सनाच्या पहिल्या तीन महिन्यांत, इसवी सनापासून सप्तर्षि संवत् काढावयाचा असला तर सामान्यतः एक वर्ष कमी व सप्तर्षि संवतापासून इसवी सन काढावयाचा असल्यास एक वर्ष अधिक मिळवावें लागतें. त्याचप्रमाणें येथें इसवी सनाचें व सप्तर्षि संवताचें साल वर्तमान, व विक्रमसंवताचें व शालिवाहन शकाचें साल गत धरलें आहे.

क लि यु ग सं व त्.—कलियुग संवतास 'भारतयुद्ध संवत्' व 'युधिष्ठिर संवत्' अशीं दुसरीं दोन नांवें असून त्याचा आरंभ ख्रिस्तपूर्व ३१०२ सालच्या फेब्रुवारी महिन्याच्या १८ व्या तारखेस ['एन्सायक्लोपीडिया ऑफ रिलिजन अँन्ड एथिक्स' मध्यें जगाच्या युगासंबंधीं माहिती देतांना कलियुगारंभाची तारीख १७ फेब्रुवारी दिली आहे] प्रातःकाळीं झाला असें मानण्यांत येतें. हिंदु कालगणनेंतील महायुगांतर्गत चार युगांपैकीं कलि हें शेवटचें युग असून तें ४,३२,००० वर्षांचें असतें. द्वापर, त्रेता व कृत हीं उलट क्रमानें कलीच्या पूर्वींचीं युगें आहेत, व त्यांमध्यें कलियुगाच्या अनुक्रमें दुप्पट, तिप्पट व चौपट वर्षे असतात. अशा ७१ महायुगांचें एक मन्वंतर होत असून १४ मन्वंतरें व सहा महायुगें झालीं कीं एक कल्प अथवा ब्रह्मदेवाचा दिवस होतो अशी कल्पना आहे. तितक्याच वर्षांची पुन्हां ब्रह्मदेवाची रात्र असल्यासुळें अहोरात्र मिळून ब्रह्मदेवाच्या दिवसाचीं एकंदर ८,६४,००,००,००० वर्षे होतात.

ह्या संवताचा ज्योतिषग्रंथांत व पंचांगांतच विशेषेंकरून उपयोग केला जात असतो, तरी तो कधीं कधीं शिलालेखांतहि वापरलेला आढळून येतो [इं. अँ. पु. १४ पान २९०]. प्रत्येक वर्षाच्या पंचांगांत चैत्रादि विक्रम संवताचीं, शालिवाहन शकाचीं व कलियुग संवताचीं जीं गत वर्षे दिलेलीं असतात त्यांवरून असें दिसून येईल कीं, विक्रम संवतांत ३०४४, शालिवाहन शकांत ३१७९ व इसवी सनांत ३१०१ वर्षे मिळविलीं असतां कलियुग संवताचीं गत वर्षे निघतात. ऐहोळच्या डोंगरावरच्या जैन मंदिरांतील चालुक्यवंशी दुसऱ्या पुलिकेशीच्या शिलालेखांत [ए. इं. पु. ६, पा. ७] शालिवाहन शकाचीं व भारतीयुद्ध संवताचीं जीं वर्षे दिलीं आहेत त्यांवरून शालिवाहन शकारंभाच्या ३१७९ वर्षे अगोदर भारती युद्ध झालें असें

निघत असल्यामुळें, कलियुग संवत् व भारतयुद्ध संवत् हीं दोन्हीहि एकच आहेत असें ठरतें. कलियुग संवताच्या दुसऱ्या दोन नांवांवरून व उपरिनिर्दिष्ट शिलालेखांतील कालनिर्देशावरून, भारतयुद्धानंतर युधिष्ठिराचें राज्यारोहण झालें तेव्हांच कलियुग संवतास आरंभ झाला असला पाहिजे असें वाटण्याचा संभव आहे. परंतु संस्कृत वाङ्मयांत ह्यासंबंधीं परस्परविरुद्ध वराच पुरावा सांपडत असल्यामुळें त्यावरून भारत युद्ध व कलियुगारंभ ह्या दोन्ही समकालीन गोष्टी नाहींत असें म्हणणें प्राप्त होतें. वराहमिहिराच्या व कल्हण पंडिताच्या मतें कलियुगास आरंभ झाल्यावर भारती युद्ध झालें असें आहे. कारण वाराही संहितेंत [सप्तर्षिचार, श्लोक ३] शालिवाहन शकाच्या फक्त २५२६ वर्षें अगोदरच युधिष्ठिराचें राज्यारोहण (म्हणजे भारती युद्ध) झालें असें म्हटलें असून राजतरंगिणीमध्येंहि [तरंग १, श्लोक ४९ व ५१] कलियुगारंभानंतर ६५३ वर्षांनीं, म्हणजे शकारंभाच्या २५२६ वर्षें अगोदर, कौरवपांडव (म्हणजे भारती) युद्ध झालें असें दिलें आहे. उलट पक्षीं पुराणांन्वयें (विष्णुपुराण, अंश ४, अध्याय २४, श्लोक ५५; व भागवत, स्कंध १२, अध्याय २, श्लोक २९) कृष्णाच्या स्वर्गारोहणापासून म्हणजे महाभारताप्रमाणें भारती युद्धानंतर ५१ वर्षांनीं [इं. अँ. पु. ४०, पा. १६३–६४] कलियुगास आरंभ होतो. भारती युद्धाच्या काळासंबंधीं तर पुराणांपुराणांतच एकवाक्यता नसून त्यांत दिलेला भारतीयुद्धाचा सर्वांत प्राचीन काळ घेतला तरी, तो वराहमिहिरानें दिलेल्या काळाच्या अजमासें ९०० वर्षें व कलियुग संवतारंभाच्या अजमासें १५०० वर्षें अलीकडचा आहे. कारण, परिक्षितीच्या जन्मानंतर–म्हणजेच भारतीयुद्धानंतर–मत्स्य, वायु व ब्रह्मांड ह्या पुराणांप्रमाणें १०५०, विष्णुपुराणाप्रमाणें १०१५ व भागवताप्रमाणें १११५ वर्षांनीं महापद्मनंदास राज्याभिषेक झाला असून त्यानंतर [मत्स्यपुराण, अध्याय २७३, श्लोक ३६; वायुपुराण, अ. ९९, श्लो. ४१५; ब्रह्मांडपुराण, मध्यभाग, उपोद्घात पाद ३, अ. ७४, श्लो. २२७; विष्णुपुराण अंश ४, अ. २४, श्लो. ३२; भागवत, स्कंध १२, अ. २, श्लो. २६] नंद घराण्यांतील पुरुषांनीं १०० वर्षेंपर्यंत राज्याचा उपभोग घेतला. नंद वंशाचें निर्मूलन करून मौर्य घराण्यांतील जो चंद्रगुप्त राजा सिंहासनारूढ झाला, त्याचा राज्यारोहणकाल ख्रिस्तपूर्व ३२१ च्या सुमारास असल्याविषयीं आतां नक्की ठरलें असल्यामुळें भारती युद्ध शालिवाहन शकास आरंभ होण्याच्या (१०५०+१००+३२१+७८ =) १५४९, १५१४ किंवा १६१४ वर्षें अगोदर झालें असावें असें सदरहू पुराणांवरून निष्पन्न होतें. यांपैकीं कोणताहि काल घेतला तरी त्याचा कल्हणवराहमिहिरांनीं दिलेल्या भारती युद्धाच्या काळाशीं किंवा ज्योतिष ग्रंथांत व पंचांगांत जो कलियुगारंभाचा काल देण्यांत येत असतो त्याशीं मेळ बसणें मुळींच शक्य नाहीं हें उघड आहे.

वीरनिर्वाण संवत्.—जैनांचा शेवटचा तीर्थंकर जो महावीर त्याच्या निर्वाणकाळापासून ज्या शकाचा आरंभ मानण्यांत येतो त्यास ‘ वीरनिर्वाण ’ असें ह्मणतात. ह्या शक ज्यांच्या मध्यें दिला आहे असे जे कांहीं शिलालेख उपलब्ध आहेत ते अपवाद म्हणून सोडून दिले तर जैन ग्रंथांशिवाय इतर ठिकाणीं ह्या शकाचा उपयोग केलेला क्वचितच आढळून येईल. जैन संप्रदायांतील श्वेतांबरपंथी मेरुतुंगसूरीच्या विचारश्रेणि नामक ग्रंथांत वीरनिर्वाण संवत् व विक्रमसंवत् ह्या दोन शकांतील अंतर ४७० वर्षें दिलें असून त्याच पंथांतील नेमिचंद्राचार्यांच्या ‘ महावीरचरितं ’ नांवाच्या प्राकृत काव्यांत ‘ माझ्या निर्वाणानंतर ६०५ वर्षें व ५ महिने झाल्यावर शक राजा उत्पन्न होईल ’ असें महावीराच्या तोंडीं घातलेले शब्द आहेत. यांपैकीं दुसरा ग्रंथ विक्रम संवत् ११४१ ह्मणजे इ. स. १०८४ मध्यें लिहिला गेला असून पहिला इ. स. १३१० च्या सुमारास रचण्यांत आला असावा. ह्या दोन ग्रंथांतील पुराव्यांवरून असें दिसून येतें कीं, विक्रम संवतांत ४७०, इसवी सनांत ५२७ किंवा शालिवाहन शकांत ६०५ मिळविले असतां वीरनिर्वाण संवत् निघतो. हरिवंश पुराणांतील व मेघनंदीच्या श्रावकाचारांतील वचनांवरून ह्याच कालनिर्णयास पुष्टि मिळते [इं. अँ. पु. १२, पा. २२]. व श्वेतांबरपंथी सर्व जैनांसहि महावीराच्या निर्वाणाचा हाच काल संमत आहे. परंतु दिगंबरपंथी जैनांस हा निर्णय मान्य नाहीं. त्यांच्या पंथांतील नेमिचंद्रानें विक्रम संवताच्या ११ व्या शतकांत लिहिलेल्या त्रिलोकसार नामक ग्रंथांत [श्लोक ८४८ पहा] उपर्युक्त श्वेतांबरपंथी नेमिचंद्राचार्यांप्रमाणेंच म्हटलें आहे. पण माधवचंद्रानें त्रिलोकसारावरील आपल्या टीकेंत ‘ सग राजो ’ ह्याचें स्पष्टीकरण ‘ विक्रमाङ्क शकराजः ’ असें केल्यामुळें त्याच्या मागून झालेल्या कित्येक दिगंबरपंथी जैन लेखकांनीं [उदाहरणार्थ, श्रवणबेळगोळचा जैन लेख पहा (इं. अँ. पु. २५, पा. ३४६)] त्याचाच अर्थ प्रमाण मानून वीरनिर्वाणाचा काळ १३५ वर्षें मागें ढकलला आहे. त्याच पंथांतील दुसऱ्या कांहीं लेखकांनीं तर याच्याहिपुढें जाऊन कोणीं शालिवाहन शकाच्या ४६१ वर्षें अगोदर, कोणीं ९७९५ वर्षें अगोदर व कोणीं तर १४७९३ वर्षें अगोदर महावीराचें निर्वाण झालें असें लिहिलें आहे [त्रिलोक प्रज्ञप्ति, ‘ जैनहितैषी मासिक पत्र, ’ भाग १३, अंक १२ दिसेंबर १९१७ पा. ५३३ पहा].

बुद्धनिर्वाणशक.—बौद्ध लोकांत गौतम बुद्धाच्या निर्वाणापासून ज्या शकाचा आरंभ समजण्यांत येतो त्यास बुद्धनिर्वाण शक हें नांव आहे. ह्या शकाचा उपयोग बहुधा बौद्ध ग्रंथांतूनच केलेला पाहण्यांत येतो. तथापि हा शक घातलेले थोडेसे शिलालेखहि [उदाहरणार्थ, गयेचा लेख (इं. अँ. पु. १०, पा. ३४३)] आढळण्यांत आले आहेत. या शकाच्या आरंभाविषयीं इतक्या परस्परभिन्न समजुती प्रचलित आहेत

व विद्वानांतहि इतका मतभेद आहे कीं, ख्रि. पू. १०९७ पासून ३५० पावेतोंचीं ११ निरनिराळीं वर्षे या शकाचा आरंभकाळ ह्मणून सुचविण्यांत आलीं आहेत. (१) इ. स. ४०० सालीं चिनी प्रवासी फाहिआन हा हिंदुस्थानांत आला तेव्हां त्यानें असें लिहून ठेविलें कीं [बीं; बु. रे. वे. व. पु. १, प्रस्तावना, पा. ७५] बुद्धाचें निर्वाण होऊन आज १४९७ वर्षे झालीं आहेत. ह्या विधानावरून बुद्धाचें निर्वाण ख्रिस्तपूर्व १०९७ सालीं झालें असें निघतें. (२) चीनमध्यें [प्रिन्सेप; अँ. पु. २ 'यूसफुल टेबल्स' पा. १६५] ह्या शकाचा आरंभ ख्रि. पू. ६३८ सालापासून मानण्यांत येतो व पं. भगवानलाल इंद्रजी यांनींहि गयेच्या लेखाच्या आधारावर हेंच वर्ष बरोबर आहे असें दाखविलें आहे [इं. अँ. पु १०, पा. ६४६]. (३) सिलोन सयाम व ब्रह्मदेश या तीन देशांत बुद्धाचें निर्वाण ख्रिस्तपूर्व ५४४ सालीं झालें अशी समजूत असून [कॉर्पस इन्स्क्रिप्शनम् इंडिकेरम् (कनिंगहॅमकृत) पु. १ प्रस्तावना पा. ३], आसामचे राजोपाध्यायहि [प्रि. अँ. पु. २, 'यूसफुल टेबल्स पा. १६५] तेंच वर्ष खरें धरतात. (४) ख्रि. पू. ४८७ किंवा ४८६ सालीं बुद्धाचें निर्वाण झालें असावें असें व्ही. ए. स्मिथचें अनुमान आहे [स्मि. अ. हि. इं. तृतीयावृत्ति, पा. ४७]. पण डॉ. बुह्लर यांनीं तें ख्रि. पू. ४८३–२ व ४७२–१ ह्या ११ वर्षांच्या दरम्यान केव्हां तरी असावें [इं. अँ. पु. ३, पा. १५४] असें ठरविलें असून त्यांमध्यें (५) वार्नेटनें ४८३ [बा. अँ. इं. पा. ३७], (६) डॉ. फ्लीटनें ४८२ [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १९०६, पा. ६६७], (७) फर्ग्युसननें ४८१ [पा. ४९२], (८) जनरल कनिंगहॅम यानें ४७८ [कॉर्पस इन्स्क्रिप्शनम् इंडिकेरम् पु. १ प्रस्तावना पा. ९] आणि (९) मॅक्समुल्लर [मॅ. हि. ए. सं. लि. पा. २९८] व मिस डफ [ड. क्रॉ. इं. पा. ६] यांनीं ४७७ हें वर्ष सुचविलेलें आहे. (१०) परंतु कर्न यानें तर बुद्धाच्या निर्वाणाचा काल आणखीहि अलीकडे ओढून तो ख्रिस्तपूर्व ३८८ मध्यें आणून ठेविला [सायक्लोपीडिया ऑफ इंडिया; पु. १, पा. ४९२] व (११) हुएन्त्संग ह्या दुसऱ्या एका चिनी प्रवाश्याच्या वृत्तावरून [बी, बु. रे. वे. व. पु. १ पा. १५०] बुद्धाचें निर्वाण याच्याहि नंतर तीस चाळीस वर्षांनीं झालें असावें कीं काय अशी शंका येते. वर सांगितल्याप्रमाणें बुद्धनिर्वाणाच्या कालासंबंधीं निरनिराळ्या विद्वानांचीं निरनिराळीं मतें पडत आहेत तरी त्यांतल्या त्यांत निदान आज तरी ख्रि. पू. ४८७ हाच काळ स्थूलमानानें अधिक बरोबर असण्याचा संभव आहे असें पं. ओझा यांनां वाटतें [भारतीय प्राचीन लिपिमाला. द्वितीयावृत्ति पा. १६४].

मौर्य शक.—आतांपर्यंत हा शक ओरिसांत कटकच्या जवळ उदयगिरि येथील 'हाथी' गुंफेंत असलेल्या खारवेल (मेघवाहन) नामक जैन राजाच्या एका लेखांतच [पंडित भगवानलाल इंद्रजी संपादित 'दि हाथी गुंफा अँड थ्री अदर इन्स्क्रिप्शन्स' पहा] काय तो आढळून आला आहे. डॉ. फ्लीट [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १९१०, पा. २४३–४४], प्रो. लुडर [ए. इं. पु. १०, ब्राह्मी लेखांची सूचि, पा. १६१] व व्हिन्सेंट स्मिथ [अ. हि. इं. पा. २०७, टीप २] यांनीं ह्या लेखाचा अर्थ निराळाच करून त्यांत मौर्य शक दिलेला नाहीं असें मानलें आहे. तथापि त्यांचा अर्थ विद्वज्जनांस पटला नसून अद्यापीहि उदयगिरीचा लेख मौर्य शक १६५ मधील आहे [आर्किऑलॉजिकल सर्व्हेचा रिपोर्ट. इ. स. १९०५–६ पा. १६६] अशीच सर्वसाधारण समजूत आहे. याशिवाय लेरिअन तंगाई [आ. स. रि. इ. स. १९०३–४, पा. २५१] व हस्तनगर [ए. इं. पु. १२. पा. ३०२] येथें सांपडलेल्या बुद्धाच्या मूर्तींच्या आसनावरील लेखांत जे शक दिले आहेत ते कोणते आहेत हें निश्चित झालें नसल्यामुळें तेहि मौर्य शकच असण्याचा संभव आहे. चंद्रगुप्त नंदवंशाचा उच्छेद करून सिंहासनारूढ झाला तेव्हां जर त्यानें हा शक चालू केला असला, तर ह्याचा आरंभ ख्रि. पू. ३२१ च्या सुमारास झाला असला पाहिजे.

सिल्यूकिडी शक.—यालाच मॅसिडोनी शक असेंहि नांव आहे. यासंबंधीं कांहीं माहिती भारतबाह्य शक देतांना अगोदर येऊन गेलीच आहे. ख्रि. पू. ३२३ सालीं शिकंदर बादशहा मरण पावल्यावर त्याचें राज्य वांटून घेण्याकरितां त्याच्या सेनापतींमध्यें लढाया होऊन शेवटीं मॅसिडोनिया, मिसर व सिरिया (बाबिलोन) हीं तीन राज्यें उत्पन्न झालीं व सिल्यूकस निकेटार हा त्यांतील सिरिया देश बळकावून ख्रि. पू. ३१२ सालीं आक्टोबर महिन्याच्या पहिल्या तारखेस गादीवर बसला. त्याच्या राज्यारोहणापासून हा शक सुरू झाला असल्यामुळें त्यास सिल्यूकिडी शक असें नांव मिळालें असें पूर्वी सांगितलेंच आहे. बॅक्ट्रिया वगैरे पूर्वेकडील आशियांतील प्रदेश सिल्यूकसच्याच ताब्यांत असल्यामुळें त्याचा शक बॅक्ट्रियांत चालू झाला होता; व पुढें बॅक्ट्रियन ग्रीक लोक काबुल, पंजाब वगैरे भागांवर राज्य करूं लागले तेव्हां तो ग्रीक सत्तेखालील हिंदुस्थानच्या भागांतहि वापरण्यांत येऊं लागला असावा. वस्तुतः अद्याप असा एकहि लेख हिंदुस्थानांत सांपडला नाहीं कीं ज्यामध्यें दिलेला शक सिल्यूकिडी आहे असें निश्चित ह्मणतां येईल. तथापि कुशनवंशी राजांच्या कारकीर्दीतील कांहीं लेखांत मॅसिडोनियन (ग्रीक) महिन्यांचीं नांवें [पेल्लिअस (डिसेंबर) क. इं. ई. पा. ४१ आर्टेमिसिअस (मे)–ए. इं. पु ११, पा. २१०; डेसिअस (जून)–इं. अँ. पु. १०, पा ३२६ व पु. ११ पा १२८; आणि पनेमस (जुलै)–ए. इं. पु. ४ पा, ५५] आढळून आलीं असून ते सर्व विदेशीय लोकांनीं खोदविलेले आहेत. ह्या लेखांत दिलेलीं वर्षे कोणत्या शकाचीं आहेत याचा अजूनपावेतों समाधानकारक निकाल लागला नसल्यामुळें तीं वर्षे, शतकाचे अंक गाळून लिहिलेलीं सिल्यूकिडी शकाचीं वर्षे असण्याचा संभव आहे. संभव आहे असें म्हणण्याचें कारण

पर्शियन शक ख्रि. पू. २४७ सालच्या सुमारास सुरू झाला [क. इं. ई. पा. ४६] असल्यानें हीं वर्षें त्या शकाचीं किंवा दुसऱ्या एखाद्या अज्ञात शकाचींहि असूं शकतील.

शा लि वा ह न श क.–शालिवाहन शक कोणीं सुरू केला याविषयीं जुन्या ग्रंथांत जे उल्लेख आले आहेत ते केवळ परस्पर-भिन्नच नाहींत तर परस्परविरोधीहि आहेत. बहुतेक लोकांची अशी समजूत आहे कीं, दक्षिणेंतील प्रतिष्ठानपूर उर्फ पैठण येथील शालिवाहन (सातवाहन, हाल) राजानें हा शक सुरू केला. कोणी कोणी शालिवाहनाच्या जन्मापासूनच ह्या शकाचा आरंभ होतो असें मानितात [मुहूर्तमार्तंड, अलंकार श्लोक ३). जिनप्रभसूरीनें आपल्या कल्पप्रदीप नामक पुस्तकांत म्हटलें आहे कीं, प्रतिष्ठानपूर येथें राहत असलेल्या एका परदेशी ब्राह्मणाच्या विधवा वहिणीपासून शालिवाहन राजाची उत्पत्ति झाली असून, उज्जयिनीच्या विक्रम राजाचा पराभव करून तो प्रतिष्ठानपुरचा राजा झाला व तापी नदीपावेतों सर्व मुलूख काबीज करून त्यानें तेथें आपला शक सुरू केला [ज. ए. सो. मुंबई पु. १० पा. १३२-३३]. उलटपक्षीं अलबेरुणीनें असें लिहून ठेविलें आहे कीं, विक्रमादित्यानें शक राजाचा पराभव करून हा शक सुरू केला होता [सा. अ. इं. पु. २, पा. ६].

ह्या शकाचे जुन्यांत जुने शिलालेख ५२ पासून १४३ पावेतोंच्या सालांतील असून ते पश्चिमेकडील क्षत्रपांनीं खोदविले आहेत. त्या क्षत्रपांचीच जीं नाणीं सांपडलीं आहेत त्यांवर अजमासें १०० पासून ३१० पावेतोंच्या वर्षांचे आंकडे दिलेले आढळतात. सदरहू शिलालेखांत आणि नाण्यांत शालिवाहन किंवा शक यांतील एकाहि शब्दाचा निर्देश केलेला नाहीं. शिलालेखांत 'वर्षे' हा शब्द वापरला असून नाण्यांवर तर फक्त आंकडेच दिलेले आहेत [प्रा. लि. मा. पा. १७१].

शके ४२७ मध्यें पहिल्याप्रथम [सिंहसूरिरचित लोकविभाग ग्रंथ ११व्या शतकानंतर लिहिलेला असल्यामुळें त्यांतील शक शब्दाचा प्रयोग प्राचीन नाहीं (प्रा. लि. मा. पा. १७१ टीप ३).] संस्कृत वाङ्मयांत ह्या शकाचा 'शककाल' या नांवानें उल्लेख केला असून [पंचसिद्धांतिका (वराहामिहिराची) १ । ८] त्यानंतर शके १२६२ पावेतोंच्या शिलालेखांत व दानपत्रांत (१) 'शकनृपति राज्याभिषेक संवत्सर,' (२) 'शकनृपति संवत्सर,' (३) 'शकनृपसंवत्सर,' (४) 'शकनृपकाल,' (५) 'शकसंवत्', (६) 'शकवर्ष,' (७) 'शककाल,' (८) 'शककालसंवत्सर,' (९) 'शक' व (१०) 'शाक' अशा निरनिराळ्या नांवांखालीं ह्या शकाचीं वर्षें दिलेलीं आहेत [इं. अँ: (१) पु. १०, पा. ५८ जवळील आकृतिपट; (२) पु. ६, पा. ७३; (३) पु. १२, पा. १६; (६) पु. ६, पा. ८६ व (८) पु. ११, पा. ११२. ए. इं:– (४) पु. ३, पा. १०९; (५) पु. १ पा. ५६; (१०) पु. १, पा. ३४३. (७) ज. ए. सो. मुंबई. पु. १०, पा. १९५. (९) की. लि. इं. स. इं. पु. ६३ लेख नं. ३४८]. मराठीमध्यें संवत्सर या सामान्य अर्थी प्रचारांत असलेला 'शक' शब्द ह्या लेखांतील शक शब्दाहून भिन्न आहे हें विसरतां कामा नये. यावरून असें दिसतें कीं, इसवीसनाच्या सहाव्या शतकाच्या आरंभापासून चौदाव्या शतकाच्या मध्यापर्यंत, कोणत्या तरी शक राजाच्या राज्याभिषेकापासून ह्या शकाचा आरंभ झाला आहे अशी सर्वसाधारण समजूत होती. निदान शिलालेखांत व ताम्रपत्रांत तरी शके १२६२ पर्यंत शालिवाहन नांवाचा ह्या शकाशीं कोणत्याहि प्रकारचा संबंध असलेला आढळून येत नाहीं. संस्कृत वाङ्मयांत ह्या शकाचा व शालिवाहन राजाचा संबंध इ. स. १३००च्या सुमारास लिहिलेल्या जिनप्रभसूरीच्या कल्पप्रदीपांतच प्रथम जोडलेला आहे. त्यानंतर हरिहर गांवीं मिळालेल्या विजयानगरच्या पहिल्या बुक्करायाच्या शके १२७६च्या दानपत्रांत [की. लि. इं. स. इं. पा. ७८ लेख नं. ४५५] शालिवाहनाचें नांव या शकाच्या मागें लिहिलें असून, त्यापुढें हा प्रचार दिवसेंदिवस वाढत जाऊं लागला [उदाहरणार्थ, इं. अँ. पु. १०, पा. ६४; ए. इं. पु. १, पा. ३६६; ज. ए. सो. मुंबई पु. १२, पा. ३८४]. गाथासप्तशती व बृहत्कथा या दोन ग्रंथांमुळें सातवाहन उर्फ शालिवाहन राजाचें नांव लिहितां वाचतां येणाऱ्या बहुतेक सर्व माणसांस अगोदरच दृढ परिचयाचें झालें होतें. म्हणून असें संभवनीय वाटतें कीं, उत्तरेकडील लोक आपल्या संवताच्या मागें विक्रमाचें नांव लावूं लागलेले पाहून इसवी सनाच्या चौदाव्या शतकाच्या सुमारास दक्षिणेंतील विद्वानांनींहि शालिवाहन राजाचा आपल्या शकाशीं संबंध जोडला असावा.

शालिवाहन हा शब्द सातवाहन शब्दाचेंच रूपांतर असून [प्रबंधचिंतामणी पा. २८] पुराणांतील आंध्रभृत्य उर्फ आंध्र वंशाकरितां शिलालेखांत सातवाहन शब्दाचा प्रयोग केलेला आढळतो. शातवाहन व शातकर्णी हे एकच होत. कां कीं, वाहन किंवा कर्णी म्हणजे हत्ती आणि शातकर्णी म्हणजे शंभर हत्ती बाळगणारा राजा असा अर्थ होय; असें विधान कनकसभे हा आपल्या ' तामिल कंट्री एटीन हंड्रेड इयर्स अँगो ' या पुस्तकांत सुचवितो. आंध्रभृत्य राजांनीं ख्रिस्तपूर्व दुसऱ्या शतकापासून ख्रिस्तोत्तर २२५ सालापावेतों दक्षिणेंत राज्य केलें असें व्हिन्सेंट स्मिथ म्हणतो [अ. हि. इं. पा. २१८ जवळचा तक्ता]. गोदावरीतीरीं असलेले प्रतिष्ठान नगर म्हणजे अर्वाचीन पैठण शहर ही त्याची राजधानी होती व त्यांच्यामध्यें सातवाहन (शातकर्णी, हाल) नांवाचा प्रसिद्ध राजाहि होऊन गेला होता. तेव्हां दक्षिणेंतील पंडितांनीं त्याचेंच नांव आपल्या शकाला लाविलें असणें संभवनीय आहे. खुद्द शातवाहन वंशांतील कोणींहि राजानें हा शक सुरू केला नाहीं ही गोष्ट मात्र निश्चित आहे. कारण, त्यांच्यापैकीं एकाहि राजानें आपल्या शिलालेखांत शक दिला नसून ज्यानें त्यानें स्वतःच्या कारकीर्दीचें वर्षच दिलें आहे. आंध्रभृत्यांचें राज्य नष्ट झाल्यावर ११०० वर्षेंपर्यंत

शालिवाहन नांवाचा व ह्या शकाचा कोठेंहि संबंध जोडलेला आढळून येत नसल्यामुळें या शकाचा आरंभ एखाद्या शक राजानेंच केला असला पाहिजे, असें पंडित ओझा म्हणतात. तथापि, आम्हीं शातवाहनांचा शकस्थापनेशीं संबंध अजून नाकबूल करीत नाहीं. रा. राजवाडे यांनीं यासंबंधांत खालीं दिलेलीं प्रमाणें पुढें मांडलीं आहेत.

हा शक शक नांवाच्या म्लेंच्छ लोकांनीं स्थापिला, असें भांडारकरादि विद्वानांचें म्हणणें आहे, पण तें चुकीचें आहे. कारण, (१) शककाल ज्या अर्थी धर्मकृत्यांत ग्राह्य धरला जातो त्या अर्थी तो कोणातरी हिंदु राजानें स्थापिलेला असला पाहिजे. म्लेंच्छांनीं सुरू केलेला कोणताहि काल हिंदू लोकांच्या धर्मकृत्यांत ग्राह्य धरला जाणें केवळ अशक्य आहे. फसली, अरबी, हिजरी, जलाली, इसवी वगैरे अनेक सन येथें आगंतुकांनीं सुरू केले. परंतु धर्मकृत्यांत त्यांपैकीं एकाचाहि प्रवेश झाला नाहीं. (२) शक शब्दाचे दोन अर्थ आहेत. शक म्हणजे म्लेंच्छ असा एक अर्थ आहे. परंतु शक शब्दाच्या दुसऱ्या अर्थाकडे बहुतेकांनीं कानाडोळा केला आहे. शक म्हणजे शातवाहन अथवा शालिवाहन राजे असा दुसरा अर्थ आहे. शक ४१०तील ताम्रपटांत, 'शालिवाहन' शक असे शब्द आहेत. नानाघाटांतील पांडवलेण्यांत "कुमारो हकु सिरी" असें एका राजपुत्राचें नांव आहे. हा हकु शब्द सकु शब्दाचें दुसरें रूप आहे. (३) प्रायः म्लेंच्छ लोक ज्या प्रांतांत जात त्या प्रांतांतील प्रचलित असलेला काल प्रथम योजीत. जसे, इंग्रज तीस वर्षांपूर्वी फसली किंवा हिजरी सनानें हिंदुस्थानांत कालगणना करीत. शक, पारद, यवन, वगैरेंचीं राज्यें हिंदुस्थानांत फार वर्षे न टिकल्यामुळें त्यांनां आपले सन (असलेच तर) इकडे प्रचलित करण्याला प्रायः अवधि व स्वास्थ्य सांपडलें नाहीं. यांपैकीं पहिलें एकच कारण शककाल म्लेंच्छस्थापित नाहीं असें म्हणण्यास बस्स आहे.

कलियुगाचीं ३१७९ वर्षे होऊन गेल्यावर शालिवाहन शकाचा आरंभ झाला असें मानण्यांत येतें. म्हणजे इसवी सनाच्या वर्षांतून शेवटच्या तीन महिन्यांत (वस्तुतः जानेवारीच्या आरंभापासून फाल्गुनअखेरपर्यंत) ७९ व इतर महिन्यांत ७८ वजा केले असतां शालिवाहन शकाचें गतवर्ष निघतें. तिन्नवेल्ली व मलबार प्रदेश सोडून साऱ्या दक्षिण हिंदुस्थानांत हा शक प्रचलित असून उत्तरहिंदुस्थानांतहि पंचांगांत, जन्मपत्रिकेंत व वर्षफलांत विक्रमसंवतावरोबर हा शक दिलेला असतो. सिलोनांतील अलीकडील राष्ट्रीय भावनेच्या हिंदू व ख्रिस्ती लोकांनीं याच शकास पुन्हां सुरुवात केली आहे. उत्तर हिंदुस्थानांतील शिलालेखादि प्राचीनलेखांत मात्र हा शक फारसा आढळून येत नाहीं. ज्या ठिकाणीं सौरमान प्रचलित आहे तो भाग वगळून बाकी सर्व हिंदुस्थान देशांत याचा आरंभ चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासूनच मानण्यांत येतो. परंतु उत्तरहिंदुस्थानांत याचे महिने पौर्णिमांत व दक्षिणहिंदुस्थानांत अमांत असतात. सौरमानांत मात्र या शकाचा आरंभ मेष संक्रांतीपासून करण्यांत येतो. करणग्रंथाच्या आधारें पंचांग तयार करणारे हिंदुस्थानांतील सर्व ज्योतिषी याच शकाचा उपयोग करतात. पंचांगांत या शकाचीं गतवर्षेंच देत असतात. परंतु शिलालेखांत मात्र कधीं कधीं वर्तमान वर्षेंहि दिलेलीं सांपडतात.

विक्रम संवत्.—कलियुगाचीं ३०४४ वर्षे होऊन गेल्यानंतर विक्रम संवत् सुरू झाला असें उत्तर हिंदुस्थानांतील लोक मानतात व त्या शकाचा वर्षारंभ ते चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून धरतात. त्यामुळें कलियुगाच्या गत वर्षांतून ३०४४ वजा केले कीं त्यांच्या विक्रम संवताचें साल निघतें. परंतु दक्षिणेमध्यें विक्रम संवताचा आरंभ सात महिने मागून धरीत असल्यामुळें चैत्रारंभापासून आश्विनअखेरपर्यंत येथें कलियुगाच्या व विक्रम संवताच्या गत वर्षांमध्यें ३०४५ अंतर असतें व इतर महिन्यांत तें ३०४४ होतें. वस्तुतः ह्या शकाचा आरंभ कार्तिकापासूनच होत असला पाहिजे; कारण इसवी सनाच्या बाराव्या शतकापर्यंतचे उत्तरहिंदुस्थानांतील जे लेख सांपडले आहेत त्यांमध्यें वर्षारंभ कार्तिकापासून मानणारेच लेख फार आहेत. पुढच्या चार शतकांतील लेखांत मात्र चैत्रापासून वर्षारंभ धरणाऱ्यांची संख्या अधिक असून त्यानंतर सर्वच लेखांतून शालिवाहन शकाप्रमाणें विक्रम संवताचाहि आरंभ चैत्रापासून धरला जाऊं लागला. उत्तर व दक्षिण हिंदुस्थानच्या कालगणनेंतील दुसरा फरक म्हटला म्हणजे दक्षिणेकडील महिना अमांत तर उत्तरेकडील पौर्णिमांत असतो. यामुळें असें होतें कीं शुद्ध पक्षांमध्यें दोन्हीहि भागांतील लोकांचे महिने एकच असतात, परंतु वद्य पक्षांत मात्र आपला जो महिना असतो त्याच्या पुढचा त्यांचा असतो. इसवी सनावरून आपल्याकडील विक्रम संवताचें साल काढणें झाल्यास इसवी सनाच्या वर्षांमध्यें नोव्हेंबर व दिसेंबर महिन्यांत (वस्तुतः कार्तिकारंभापासून दिसेंबरअखेरपर्यंत) ५७ व इतर महिन्यांत ५६ मिळवावे लागतात; आणि उत्तरेकडील विक्रम संवताचें साल काढण्यास जानेवारी, फेब्रुवारी व मार्च ह्या तीनच महिन्यांत (वस्तुतः जानेवारीच्या आरंभापासून फाल्गुनअखेरपर्यंत) ५६ व इतर महिन्यांत ५७ मिळवावे लागतात. काठेवाडांत, गुजराथेंत व राजपुतान्याच्या कांहीं भागांत ह्या संवताचा आरंभ आषाढ शुद्ध प्रतिपदेपासून होत असे [उदाहरणार्थ, अहमदाबादजवळील अडालिज गांवचा लेख व 'प्रभास क्षेत्र तीर्थयात्राक्रम' नामक पुस्तक पहा (इं. अँ. पु. १८, पा. २५१)] व म्हणून तेथें त्यास आषाढादि संवत् म्हणत असत. उदेपूर वगैरे राजपुतान्यांतील कांहीं संस्थानांत अद्यापहि राजदरबारामध्यें विक्रम संवताचा आरंभ श्रावण वद्य प्रतिपदेपासून धरण्यांत येत असतो. अलीकडे ह्या संवताचें गत वर्षच देण्याची वहिवाट आहे. जुन्या लेखांत वर्तमान वर्षे दिलेलेहि कांहीं लेख सांपडतात; पण गत वर्ष देणाऱ्या लेखांच्या मानानें अशा लेखांची संख्या फारच थोडी असते.

ह्या संवतासंबंधीं अशी दंतकथा आहे कीं, विक्रम राजानें शक लोकांचा पराभव करून आपल्या नांवाचा शक सुरू केला. विक्रम संवतास मालव संवत् किंवा मालव काल असेंहि एक नांव आहे [ग्यारिसपुरचा लेख—क. आ. स. रि. पु. १०, आकृतिपट ११]. वास्तविक पाहिलें असतां आज उपलब्ध असलेल्या लेखांपैकीं ज्यांत विक्रम नांवाचा ह्या शकाशीं संबंध जोडलेला आहे असा जुन्यांत जुना लेख विक्रम संवत् ८९८ म्हणजे इसवी सन ८४१ मधील आहे [इं. अँ. पु. १९ पा. ३५]. विक्रम संवत् ७९४ चाहि एक लेख काठेवाडांत सांपडला आहे [इं. अँ. पु. १२, पा. १५५]. परंतु लेखांत म्हटल्याप्रमाणें त्या दिवशीं रविवार, ज्येष्ठा नक्षत्र किंवा सूर्यग्रहण यांतील कांहींहि नसल्यामुळें व त्याची लिपीहि असावी तितकी प्राचीन दिसत नसल्यामुळें डॉ. फ्लीट व कीलहॉर्न यांनीं तो बनावट ठरविला आहे. इ. स. ८४१ च्या पूर्वीच्या सर्व लेखांत ह्या शकास मालव लोकांनीं किंवा त्यांच्या राजांनीं प्रचलित केलेला संवत् एवढेंच फक्त म्हटलें आहे [उदाहरणार्थ, मंदसोर येथें सांपडलेले ४६१ (ए. इं. पु. १२ पा. ३२०), ४९३ (फ्लीं. गु. इं. पा. ८३) व ५८९ (फ्ली. गु. इं. पा. १५४) सालचे लेख; अजमेरच्या राजपुताना म्यूझियममध्यें असलेला ४८१ सालचा नगरीचा शिलालेख आणि कोट्याजवळील कणस्वाच्या शिलालेख (इं. अॅ. पु. १९, पा. ५९) पहा]. यांतील कांहीं ठिकाणीं ह्या संवताच्या सालास कृत हें नांव दिलेलें आढळतें. प्राचीन काळीं शकाच्या गत वर्षांस चारानें भागून एक, दोन, तीन किंवा शून्य (म्हणजे चार) बाकी उरली असतां त्या सालास अनुक्रमें कलि, द्वापर, त्रेता किंवा कृत हें नांव जींत दिलें जात होतें अशी एक युगमानाची कालमापनपद्धति प्रचारांत होती [आर. शामशास्त्री यांचें गवामयन पा.३, १३८;व जैनांचें भगवती सूत्र १३७१-७२,गवामयन पा. ७२ पहा]. तिला अनुसरूनच बहुधा सदरहू ठिकाणीं या सालांस कृत म्हटलें असावें. कारण, कृत संज्ञा असलेले, ४२८ सालचा विजयमंदिरगढचा [फ्ली. गु. इं. पा. २५३], ४६१ सालचा मंदसोरचा, ४८० सालचा गंगधारचा [फ्ली. गु. इं. पा. ७४] व ४८१ सालचा नगरीचा असे जे चार लेख उपलब्ध आहेत त्यांतील दुसऱ्याचें वर्ष वर्तमान व तिसऱ्याचें गत असल्याचें त्या लेखांवरूनच दिसतें. राहिलेल्यांपैकीं पहिल्याचें वर्ष गत व चौथ्याचें वर्तमान मानलें व वर्तमान वर्षाचें गत वर्ष करण्याकरितां दुसऱ्या व चौथ्या लेखांच्या संवतांतून एक एक वजा केला तर वरील नियमाप्रमाणें हीं चारहि वर्षें कृत असल्याचें आढळून येईल.

ह्या शकाच्या आरंभापासून जवळ जवळ साडे नऊशें वर्षें होऊन जाईपर्यंत विक्रम ह्या नांवाचा त्याच्याशीं कोणत्याहि प्रकारचा संबंध असल्याचें उपलब्ध झालेल्या लेखांवरून दिसून येत नसल्यामुळें या शकाचें मालव संवत् हेंच मूळ नांव असून मागून केव्हां तरी त्याला विक्रम संवत् म्हणूं लागले असावें असें विद्वान् लोकांचें मत झालें आहे. समुद्रगुप्तानें मालव लोकांस कह्यांत आणलें होतें असा पुरावा मिळाला असल्यानें [फ्ली. गु. इं. पा. ८] मालव लोक ही एक स्वतंत्र राष्ट्रजाति होती असें अनुमान निघतें. जयपूर संस्थानांत [कर्कोटक] नगर येथें ' मालवान (नां) जय (यः) ' असा लेख असलेली कांहीं नाणीं सांपडलीं [क. आ. स. रि. पु. ६, पा. १८२] असून त्यांचा काल ख्रि.पू. २५० पासून ख्रिस्तोत्तर २५० पर्यंतच्या ५०० वर्षांतील असावा असें त्यांच्या लिपीवरून दिसतें. यावरून असें संभवनीय दिसतें कीं अवंतीचें राज्य जिंकून मालव लोक तेथें वसाहत करून राहिले तेव्हां त्यांनीं आपल्या विजयाचें स्मारक म्हणून उपर्युक्त नाणीं पाडलीं व मालव संवत् सुरू केला; आणि ह्या मालव लोकांवरूनच अवंतीच्या आसमंतांतील प्रदेशास माळवा हें नांव मिळालें.

गुप्त घराण्यांतील दुसऱ्या चंद्रगुप्ताचीं जीं नाणीं सांपडलीं आहेत त्यांच्या दुसऱ्या बाजूवर ' श्रीविक्रम ', ' विक्रमादित्य,' सिंहविक्रम व ' अजितविक्रमः ' असे लेख आढळून येतात [जॉन. ॲलन संपादित गुप्तांच्या नाण्यांची सूचि]. हा चंद्रगुप्त मोठा पराक्रमी राजा असून त्यानें माळवा प्रांतहि काबीज केला होता. यावरून कांहीं विद्वानांनीं असा तर्क केला आहे कीं, चंद्रगुप्तानें माळवा जिंकल्यावर (चौथ्या शतकाच्या अखेर किंवा पांचव्याच्या आरंभीं) तेथील संवतास त्याचें नांव जोडलें जाऊं लागलें असावें. परंतु सदरहू चंद्रगुप्तापूर्वीं विक्रम नांवाचा दुसरा कोणी पराक्रमी राजा होऊन गेला नव्हता असें सिद्ध झाल्याशिवाय हा तर्क बरोबर मानतां येत नाहीं [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पान १६७]. दुसऱ्या चंद्रगुप्तापूर्वीं विक्रम नांवाचे आणखीहि कांहीं राजे होऊन गेले होते असें दिसतें. कारण इसवी सनाच्या आरंभीं बनलेल्या [बाँ. गॅ. पु. १. भाग २ पा. १७१ व व्हि. स्मि. अ. हि. इं. पा.२०८. भांडारकर कॉमेमोरेशन व्हॉल्यूम पा. १८८-८९ मध्यें रा. देवदत्त भांडारकर यांनीं गाथासप्तशती हालाची नाहीं असें जें दाखविलें आहे तें बरोबर नाहीं असें पं. ओझा यांनां वाटतें (प्राचीन लिपिमाला, पा.१६८).] हालाच्या गाथासप्तशतींत विक्रम नामक राजाचा उल्लेख आलेला आहे [वेबरचें संस्करण, गाथा ४६४ पहा]; व इसवी सनाच्या पहिल्या किंवा दुसऱ्या शतकांत रचिलेल्या [बाँ. गॅ. पु. १ भा. २ पा.१७०-७१—हिस्टरी ऑफ संस्कृत लिटरेचरमध्यें वेबरनें गुणाढ्याचा काल इ. स. चें सहावें शतक असें जें म्हटलें आहे तें निराधार आहे असें पं. ओझा म्हणतात (भारतीय प्राचीन लिपिमाला; पा. १६८).] पैशाची बृहत्कथेचें सोमदेवभट्टाचें कथासरित्सागर नांवाचें जें संस्कृत रूपांतर उपलब्ध आहे त्यांतहि [लंबक ६ तरंग १ व लंबक ७ तरंग १ पहा] उज्जयिनीच्या विक्रम राजाच्या कित्येक गोष्टी आलेल्या आहेत. सारांश, विक्रम हा एक तर ज्या मालव लोकांनीं विजय संपादून नाणीं पाडलीं म्हणून वर

म्हटलें आहे त्यांचाच पुढारी असेल किंवा तसें नसल्यास तो दुसऱ्या चंद्रगुप्ताच्या पूर्वीचा दुसरा कोणी राजा असला पाहिजे.

कलचुरि शक.—ह्या [इं. अँ. पु. २०, पा. ८४; क. आ. स. रि. पु. १७, आकृतिपट २०] शकास चेदि संवत् [इं. अँ. पु. १८, पा. २११ व पु. २२ पा. ८२] किंवा त्रैकूटक संवत् [केव्ह टेंपल्स ऑफ वेस्टर्न इंडिया, पा. ५८ व आकृतिपट] असेंहि म्हणत असत. ह्या शक कोणीं सुरू केला हें समजत नाहीं. डॉ. भगवानलाल इंद्रजी [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १९०५, पा. ५६६] यांच्या मतें महाक्षत्रप ईश्वरदत्त, डॉ. फ्लीट [ज. रॉ. ए. सो. इ. स. १९०५, पा. ५६८] यांच्या मतें अभीर ईश्वरदत्त किंवा त्याचा बाप शिवदत्त, व रमेशचंद्र मुजुमदार [इं. अँ. पु. ४६, पा. २६९-७०] यांच्या मतें कुशनवंशी कनिष्क राजा ह्या शकाचा प्रवर्तक असावा. परंतु हीं सर्व अनुमानेंच असल्यामुळें त्यांवरून निश्चितार्थावबोध होऊं शकत नाहीं.

ह्या शक ज्या लेखांत सांपडतो ते गुजराथ वगैरे प्रांतांतील चालुक्य, गुर्जर, सेंद्रक, कलचुरि व त्रैकूटक वंशी पुरुषांचे व चेदि देशांत—म्हणजे मध्यप्रांताच्या उत्तरेकडील भागांत—राज्य करणाऱ्या कलचुरि उर्फ हैहयवंशी राजांचे असून ते गुजराथेंत, कोंकणांत किंवा मध्यप्रांतांतच बहुधा आढळून येतात. ह्यांपैकीं बरेचसे लेख कलचुरि उर्फ हैहयवंशी राजांचे असून त्यांतच ह्या शकास कलचुरि किंवा चेदि हें नांव दिलेलें असल्यामुळें, त्या वंशांतीलच एखाद्या राजानें हा शक सुरू केला असणें संभवनीय आहे.

त्रिपुरीचा कलचुरि राजा नरसिंहदेव याच्या दोन लेखांत कलचुरि शक ९०७ [ए. इं. पु. २, पा. १०-१३] व ९०९ [इं. अँ. पु. १८, पा. २१२-१३] दिले असून विक्रम संवत् १२१६ [इं. अँ. पु. १८, पा. २१४] मधील त्याचा तिसरा एक लेख उपलब्ध आहे. यावरून कलचुरि शकाचा आरंभ विक्रम संवताच्या चौथ्या शतकाच्या आरंभाच्या सुमारास, म्हणजे इसवी सनाच्या तिसऱ्या शतकाच्या मध्यांत, केव्हां तरी झाला असावा हें उघड आहे. डॉ. कीलहॉर्न यांनीं गणित करून असें ठरविलें आहे कीं, विक्रम संवत् ३०६ च्या आश्विन शुद्ध प्रतिपदेपासून [इं. अँ. पु. १७, पा. २१५; ए. इं. पु २ पा. २९९] म्हणजे इ. स. २४९ च्या २६ ऑगस्टपासून कलचुरि शकाचा आरंभ होतो असें धरलें असतां त्या शकाच्या शिलालेखांतील व दानपत्रांतील तिथी दिलेल्या वारीं पडतात. या शकाचीं वर्षे बहुधा वर्तमानच [इं. अँ. पु. १७ पा. २१५ टिपण ५] दिलेलीं असतात व त्यांवरून इसवी सनाचें साल काढण्यास आश्विनारंभापासून पुढील तीन चार महिन्यांत (दिसेंबरअखेरपर्यंत) त्यांमध्यें २४८ व इतर महिन्यांत २४९ मिळवावे लागतात. ह्या शकाच्या जुन्यांत जुन्या लेखांतील साल २४५ [कन्हेरीचा ताम्रपट— केव्ह टेंपल्स ऑफ वेस्टर्न इंडिया पा. ५८] असून सर्वांत अलीकडचा लेख ९५८ [क. आ. स. रि. पु. २१, पा. १०२ आकृतिपट २७] सालचा आहे. यावरून इसवी सनाच्या अजमासें तेराव्या शतकाच्या आरंभापासून हा शक प्रचारांतून नाहींसा झाला असावा असें दिसतें.

गुप्त अथवा वलभी शक.—ह्या शकाचे जे लेख सांपडले आहेत त्यांमध्यें गुप्तकाल, गुप्तवर्ष इत्यादि प्रकारचे शब्दप्रयोग [फ्लीट; गु. इं. पानें ६०-६१, १०७ व प्रस्तावना पानें २९-३०; इं. अँ. पु.२, पा.२५८; आणि भां. कॉ.व्हा. (भांडारकर कॉमेमोरेशन व्हॉल्यूम) पान २०३ पहा] आढळून येत असल्यामुळें त्याचा प्रवर्तक कोणी तरी गुप्त राजा असला पाहिजे हें उघड आहे. समुद्रगुप्ताच्या अलाहाबादच्या लेखांत गुप्तवंशांतील गुप्त व घटोत्कच ह्या पहिल्या दोन राजांच्या नांवांमागें फक्त महाराज हीच उपाधि लाविली असून घटोत्कचाचा पुत्र पहिला चंद्रगुप्त यास ' महाराजाधिराज' असें म्हटलें असल्यामुळें, आणि पहिल्या चंद्रगुप्ताचा नातू व समुद्रगुप्ताचा पुत्र जो दुसरा चंद्रगुप्त त्याच्या कारकीर्दीतील ८२ पासून ९३ पावेतोंच्या गुप्तवर्षांचे शिलालेख [फ्लीट; गु. इं. पा. २५ व ३१-३२ पहा] सांपडले असल्यामुळें, विद्वान् लोकांनीं त्यांवरून असा तर्क केला आहे कीं, गुप्तवंशांत पहिला चंद्रगुप्त हा मोठा प्रतापी राजा होऊन गेला असावा व त्यानें सिंहासनारूढ झाल्यावर हा शक सुरु केला असावा. गुप्तांच्या मागून काठेवाडांत वलभीचें राज्य उदयास आलें होतें. ह्या राज्याचा अस्त झाल्यावर तेथील लोक गुप्त शकास वलभी शक असें नांव देऊन तो वापरूं लागले असतील असें वाटतें. कारण ज्याच्यामध्यें गुप्त शकाच्या ऐवजीं वलभी शक हें नांव घातलें आहे असा काठेवाडांतील सर्वांत जुना लेख म्हणजे वलभी शक ५७४ मधील ऊना गांव येथें मिळालेलें दानपत्र [ए. इं. पु. ९, पा. ६] होय.

अलबेरुणीनें आपल्या ग्रंथांत शालिवाहन शकांतून सहाचा घन व पांचाचा वर्ग, म्हणजे २४१ वजा केले असतां वलभी किंवा गुप्त शक निघतो असें अगोदर सांगून, पुढें विक्रम संवत् १०८८ मध्यें शालिवाहन शक ९५३ व गुप्त किंवा वलभी शक ७१२ पडतो असें लिहून ठेविलें आहे [सा. अ. इं (एडवर्ड साचो अनुवादित अलबेरुणीज इंडिया) पु. २, पा. ७ आणि फ्लीट; गु. इं. प्रस्तावना पानें ३०-३१ पहा]. एकाच शकास दोन नांवें असण्याचें कारण त्यानें असें दिलें आहे कीं, गुप्त वंशांतील शेवटचा पुरुष वलभ हा काठेवाडांतील वलभीपुरचा राजा होता व त्यानेंच गुप्तशकास आपलें नांव देऊन तो पुढें चालू ठेविला. अलबेरुणी हा गुप्त शकाचा आरंभ झाल्यावर अजमासें ७०० वर्षांनीं हिंदुस्थानांत आला असल्यामुळें, त्याला त्या शकाच्या उत्पत्तीविषयीं खरी माहिती कळण्याचा संभव कमी होता. म्हणून गुप्त वंशांत वलभ नांवाचा राजा होऊन गेल्याविषयीं जोंपर्यंत आपणांस कांहीं प्रत्यक्ष पुरावा सांपडत नाहीं, तोंपर्यंत गुप्त शकास वलभी हें नांव वलभ नामक राजाच्या नांवावरूनच पडलें होतें असें मानणें युक्त होणार नाहीं. वलभीपूर ह्या शहराव-

रूनहि गुप्त शकास तें नांव मिळणें असंभवनीय नाहीं. गुजराथच्या अर्जुनदेव चौलुक्याच्या कारकीर्दीतील वेरावलचा एक शिलालेख [इं. अँ. पु. ११, पा. २४२] मिळाला आहे त्यामध्यें रसूल महंमद संवत् म्हणजे हिजरी सन, विक्रम संवत् व वलभी शक हे तीनहि दिले असल्यानें त्यावरूनहि आपणांस गुप्त किंवा वलभी शकाचा आरंभकाल निश्चित करतां येतो. ह्या लेखांत कार्त्तिकादि [कारण, त्यांत दिलेल्या हिजरी सन ६६२ चा आरंभ चैत्रादि विक्रम संवत् १३२० च्या मार्गशीर्ष शुद्ध २ स होतो] विक्रम संवत् १३२० च्या म्हणजे चैत्रादि विक्रम संवत् १३२१ च्या आषाढ महिन्यांत वलभी शक ९४५ दिला आहे. यावरून व अलबेरुणीनें दिलेल्या उदाहरणावरून गुप्त शकाचा आरंभ चैत्रादि विक्रम संवताचीं ३७६ किंवा शालिवाहन शकाचीं २४१ वर्षे उलटून गेल्यावर, म्हणजे इ. स. ३१९ मध्यें झाला असला पाहिजे असें निघतें. अर्थात् चैत्रारंभापासून पुढील ९ महिन्यांत (वस्तुतः दिसेंबरअखेरपर्यंत) गुप्त शकाच्या गत वर्षामध्यें ३१९ व इतर महिन्यांत ३२० मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष येईल. ह्या शकाचा वर्षारंभ चैत्रशुद्ध प्रतिपदेपासून होत असे व त्याचे महिने पौर्णिमांत असत [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. १७५]. ह्या शकाचीं बहुधा गत वर्षेच देत असत. तथापि कधीं कधीं वर्तमान वर्ष दिलेलेंहि आढळून येतें. उदाहरणार्थ, खेडा येथें मिळालेल्या धरसेन (चौथा) नामक वलभी राजाच्या दानपत्रांत गुप्त शक ३३० मध्यें मार्गशीर्ष महिना अधिक दिला आहे [इं. अँ. पु. १५ पा. ३४०], तेथें गुप्त शकाचें साल गत आहे किंवा वर्तमान आहे याचा उल्लेख केला नाहीं. पण मार्गशीर्ष महिना मध्यममानाप्रमाणें विक्रम संवत् ७०५ मध्यें अधिक येत असल्यामुळें, या लेखांतील गुप्त शक वर्तमान धरल्याशिवाय त्याची वेरावेलच्या लेखाशीं व अलबेरुणीच्या उदाहरणाशीं संगति लागणार नाहीं. पूर्वी हा शक उत्तरेस नेपाळापासून दक्षिणेस काठेवाडापर्यंत प्रचलित होता. याचा शेवटचा लेख वलभी शक ९४५ म्हणजे इसवी सन १२६४ मधील आहे [इं. अँ. पु. ११ पा. २४२].

गां गे य श क.—कलिंग नगर (म्हणजे मद्रास इलाख्याच्या गंजम जिल्ह्यांतील पर्लाकिमेडीपासून २० मैलांवर असलेलें मुखलिंग) येथें राज्य करणाऱ्या गंगावंशी राजांच्या कित्येक दानपत्रांत हा शक दिलेला आढळून येतो [उदाहरणार्थ, सत्यवर्मदेवाचें ३५१ सालचें (इं. अँ. पु.१४, पा. १२) व अनंतवर्मदेवाचें ३०४ सालचें (ए. इं. पु ३, पा. १८) दानपत्र पहा]. यावरून ह्या शकाचा प्रवर्तक कोणी तरी गंगावंशी राजा असला पाहिजे असें अनुमान निघतें. परंतु हा राजा कोण होता याचा मात्र अद्याप शोध लागला नाहीं. ह्या शकाचे जे लेख उपलब्ध झाले आहेत त्यांत तिथीबरोबर कोठेंहि वार दिलेला नसल्यामुळें त्याचा आरंभ केव्हांपासून होतो हें ठरविणेंहि दुष्कर झालें आहे.

मद्रास इलाख्याच्या गोदावरी जिल्ह्यांत महाराज प्रभाकरवर्धनाचा पुत्र राजा पृथ्वीमूल ह्याच्या कारकीर्दीच्या २५ ब्या वर्षांतील जें एक दानपत्र [ज. ए. सो. मुंबई, पु. १६, पा. ११६–१७] सांपडलें आहे त्यांत लिहिलें आहे कीं, ' मितवर्म्याच्या ज्या इंद्राधिराज पुत्रानें दुसऱ्या राजांबरोबर जाऊन इंद्रभट्टारकास राज्यच्युत करण्याच्या कामीं यश संपादन केलें त्याच्या विनंतीवरून मीं चुयिपाक गांव ब्राह्मणांस दान दिला आहे. ' आतां ह्या लेखांत उल्लेखिलेला इंद्रभट्टारक जर डॉ० फ्लीट [इं. अँ. पु. १३, पा. १२०] ह्यांनीं अनुमान केल्याप्रमाणें वेंगी देशाचा त्याच नांवाचा पूर्वचालुक्य (सोळंकी) राजा असला, तर हें दानपत्र इ. स. ६६३ च्या सुमारास तयार झालें असावें. कारण, ह्या सालीं वेंगी देशाचा चालुक्य राजा जयसिंह मरण पावला असून त्याच्या नंतर त्याचा धाकटा भाऊ इंद्रभट्टारक ह्यानें अवघे सातच दिवस राज्यपदाचा उपभोग घेतला होता [गौ. सो. प्रा. इ. (गौरीशंकर हीराचंद ओझाकृत सोळंकियोंका प्राचीन इतिहास) भाग १ पा. १४२]; आणि सदरहू दानपत्रांतील इंद्राधिराज ह्या, ज्याचीं [गांगेय] ' संवत् ' ८७ व ९१ सालचीं दानपत्रें उपलब्ध झालीं आहेत तो वेंगी देशच्या शेजारींच असलेल्या कलिंग नगरचा गंगावंशी इंद्रवर्मा राजा आहे हें डॉ० फ्लीटचें [इं. अँ. पु. १३ पा. १२०] दुसरें अनुमान बरोबर धरलें तर, इंद्रभट्टारकाशीं युद्ध होईपावेतों इंद्राधिराजास राज्यपद मिळालें असेल असें दिसत नसल्यामुळें [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. १७६], इंद्राधिराजाचें गांगेय शक ८७ तील दानपत्र इसवी सन ६६३ च्या युद्धानंतरचें असलें पाहिजे. यावरून गांगेय शक ८७ हा इ. स. ६६३ नंतर थोड्याच वर्षांनीं आला असावा व म्हणून त्या शकाचा आरंभ इसवी सन (६६३–८७ =) ५७६ नंतर लवकरच पुढें केव्हां तरी झाला असावा असें अनुमान निघतें.

गोवें येथें मिळालेल्या दुसऱ्या एका दानपत्रांत [ज. ए. सो. मुंबई, पु. १० पा. ३६५] असें म्हटलें आहे कीं, ' रेवती द्वीपांत राहणाऱ्या, चार जिल्ह्यांचा अधिपति असलेल्या बप्पूरवंशी सत्याश्रय–ध्रुवराज–इंद्रवर्म्यानें पृथ्वीवल्लभ महाराजाच्या (चालुक्य राजा मंगळीश्वर याच्या) आज्ञेनें विजयराज संवत्सर २० म्हणजे शककाल ५३२ मध्यें माघ शुद्ध पौर्णिमेच्या दिवशीं खेटाहार देशांतील कारेलिका गांव शिवार्यला दान दिला. ' डॉ. फ्लीट यांनीं सत्याश्रय–ध्रुवराज–इंद्रवर्मा हा राजसिंह इंद्रवर्म्याचा आजा किंवा दुसरा कोणी पूर्वज असावा व त्यानेंच आपल्या अधिकारप्राप्तीपासून गांगेय शक सुरू केला असावा असें धरून, शके (५३२–२० =) ५१२–म्हणजे इ. स. ५९०–मध्यें या शकाचा आरंभ झाला असें ठरविलें आहे [ए. त्रि. पु.१३, पा. ४९६ व भारतीय प्राचीन लिपिमाला पान १७६ टीप ६].

आतांपर्यंत ह्या शकाचे जे लेख उपलब्ध झाले आहेत त्यांतील पहिला, गांगेय शक ८७ मधील असून शेवटचा ३५१ सालचा आहे.

ह र्ष श क.—हा शक ठाणेश्वरचा वैसवंशी श्रीहर्ष उर्फ शिलादित्य राजा सिंहासनारूढ झाल्यापासून सुरू झाला असें मानण्यांत येतें; तथापि ज्यांत ह्या शकास श्रीहर्षाचें नांव जोडलें आहे असा एकहि लेख अद्याप मिळालेला नाहीं [हर्षाच्या दोन्हीहि दानपत्रांत केवळ संवत् हाच शब्द वापरला आहे (ए. इं. पु. १ पा. ७२ व पु. ४ पा. २११ पहा)]. अलबेरूणीनें म्हटलें आहे कीं, विक्रमादित्यानंतर ६६४ वर्षांनीं श्रीहर्ष झाला असें मीं काश्मीरच्या एका पंचांगांत वाचलें आहे [सा. अ. इं. पु. २ पा. ५]. अलबेरूणीच्या सदरहू विधानाचा अर्थ असा जर घेतला कीं, विक्रम संवत् ६६४ पासून हर्ष शकास प्रारंभ होतो, तर विक्रम संवतांत ६६३ म्हणजे इसवी सनांत ६०६ किंवा ६०७ मिळविले असतां हर्ष शकाचें वर्ष निघतें असें होईल. अलबेरूणीनें दुसऱ्या एका ठिकाणीं विक्रम संवत् १०८८ मध्यें हर्ष शक १४८८ पडतो असेंहि एक विधान करून ठेविलें आहे [सा. अ. इं. पु. २, पा. ७; फ्लीट; गु. इं. प्रस्तावना पा ३०–३१]. पण ह्या दुसऱ्या विधानांतील हर्ष शकाचा एकहि लेख अद्याप कोठें सांपडला नाहीं; इतकेंच नव्हे तर उलट पक्षीं हर्ष शक ० = इ. सन ६०६ (विक्रम संवत् ६६३) धरून ब्रह्मसिद्धांतानुसार गणित केलें असतां, इ० स० ६४० (विक्रम संवत् ६९७) मध्यें पौषमास अधिक येऊन नेपाळच्या अंशुवर्म्याच्या लेखांतील [की. लि. इं. नॉ. इं. (कीलहॉर्नसंगृहीत लिस्ट ऑफ इन्स्क्रिप्शन्स ऑफ नॉर्दर्न इंडिया) पा. ७३ लेख नं. ५३०] 'संवत् ३४' हें हर्ष शकाचें साल आहे असें दाखवितां येतें [इं. अँ. पु. १५ पा. ३३८]. अर्थात् हर्ष शकाचा आरंभ इ० स० ६०६ मध्येंच होत असावा व अलबेरूणीच्या दुसऱ्या विधानांतील हर्षसंवत् १४८८ हें एखाद्या निराळ्याच हर्ष शकाचें साल असावें असें आपणांस मानलें पाहिजे. हा शक संयुक्त प्रांतांत व नेपाळांत सुमारें ३०० वर्षें प्रचारांत राहून पुढें त्याचा अस्त झाला [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. १७७].

भा टि क उ र्फ भ ट्टि क श क.—हा शक जेसलमीरच्या दोन शिलालेखांत सांपडला आहे. जेसलमीरच्या राजघराण्याचा मूळपुरुष भट्टि किंवा भट्टिक नांवाचा राजा असून त्याच्या नांवावरूनच त्याचे वंशज स्वतःस भाटी असें म्हणवीत असतात. तेव्हां सदरहू लेखांतील शक भट्टिक राजानेंच सुरू केला असावा असें दिसतें. उपर्युक्त शिलालेखांवरून व जेसलमीरच्या राजांविषयीं जी माहिती उपलब्ध आहे तिजवरून या अनुमानास पुष्टीच मिळते. कारण, ह्या दोन शिलालेखांपैकीं लक्ष्मीनारायणाच्या मंदिरांतील वैरिसिंह राजाच्या वेळच्या शिलालेखांत विक्रम संवत् १४९४ व भाटिक शक ८१३ दिला असून महादेवाच्या मंदिरांतील भीमसिंह सावळाच्या कारकीर्दींतील लेखांत भाटिक शक ९९३ च्या मार्गशीर्ष महिन्यांत विक्रम संवत् १६७३ व शालिवाहन शक १५३८ लिहिला आहे [प्रो. श्रीधरपंत भांडारकर यांचा संस्कृत पुस्तकांच्या शोधासंबंधीं इ. स. १९०४–५ व १९०५–६ सालचा अहवाल पानें अनुक्रमें ९५ व ९८ पहा]. ह्या दोन्ही लेखांवरून भाटिक शक व विक्रमसंवत् यांतील अंतर अनुक्रमें ६८१ व ६८० वर्षें निघतें. आतां जोधपूर येथें प्रतिहार बाउक याचा विक्रम संवत् ८९४ चा जो लेख मिळाला आहे त्यावरून आपणांस असें कळतें कीं, बाउकाच्या शीलुक नामक निपणज्यानें देवराज भट्टिक याचा पराजय केला होता [की. लि. इं. नॉ. इं. पा. ४७, लेख नं. ३३०]. प्रत्येक राजाची कारकीर्द सरासरीनें २० वर्षें धरलीं असतां बाउकाच्या निपणज्याचा समकालीन जो देवराज भट्टिक राजा तो विक्रम संवत् ८१४ च्या सुमारास होऊन गेला होता असें निघतें. भट्टिक व देवराज यांच्या दरम्यान एकंदर पांच राजे झाले असल्यामुळें [मेजर अर्सकिनचें जेसलमीरचें गॅझेटियर पानें ९, १० व कोष्टक नंबर ५ पहा], पूर्वीप्रमाणेंच प्रत्येक राजाची कारकीर्द सरासरी २० वर्षें धरून हिशेब केला असतां भट्टिकाचा काळ विक्रम संवत् ६८० च्या जवळ जवळच येऊन ठेपतो [चारण रामनाथ रत्न यानें आपल्या 'इतिहास राजस्थान' पुस्तकांत भट्टिकाचा काळ वि. सं. ३३६–३५२ (पा. २३२) व देवराज याचा काल वि. सं. ९०४–१०३० दिला आहे तो बरोबर नाहीं असें पंडीत ओझा म्हणतात]. जेसलमीरच्या राज्यांतील पुरातन लेखांच्या संशोधनाचें काम अद्याप कांहींच झालें नसल्यामुळें हा शक कोठपासून कोठपावेतों प्रचारांत होता हें आज सांगतां येणें शक्य नाहीं.

को ल्ल म उ र्फ को लं ब श क.—ह्या शकास संस्कृत लेखांत कोलंब वर्ष [इं. अँ. पु. २, पा. ३६०] व तामिल मध्यें कोल्लम आंडु म्हणजे पश्चिमेकडील वर्ष असें म्हटलेलें आढळून येतें. हा शक कोणीं व कशाकरितां सुरू केला याविषयीं कांहींच निश्चियात्मक माहिती मिळत नाहीं. परंतु त्यास कोल्लम वर्षाप्रमाणेंच कोठें कोठें कोल्लमच्या उत्पत्तीपासूनचें वर्ष असेंहि म्हटलेलें सांपडत असल्यावरून, मलबार प्रांतांत पश्चिम किनाऱ्यावर कोल्लम अथवा कोलंबपत्तन [मुंबई गॅझेटिअर पु. १, भाग १, पा. १८३, टीप १] नांवाचें जें प्राचीन नगर आहे त्याचा ह्या शकाशीं कांहीं तरी संबंध असावा असें वाटतें. तथापि, बर्नेल ह्मणतो [व. सा. इं. पॅ. पा. ७३] त्याप्रमाणें तो क्विलोन शहराच्या स्थापनेपासूनच सुरू झाला असें मात्र कदापि म्हणतां येणार नाहीं. कारण, हा शक इ. स. ८२५ च्या सुमारास चालू झाला आहे; पण क्विलोन शहराच्या नांवाचा उल्लेख तर इसवी सनाच्या सातव्या शतकांतील लेखांत आढळून येतो

[इंपिरियल गॅझेटिअर ऑफ इंडिया, पु. २१ पा. २२ पहा]. तेव्हां, क्विलेन शहर कोल्लम शकाहूनहि प्राचीन असलें पाहिजे हें उघड आहे. या शकाच्या उत्पत्तीविषयीं श्रीयुत गोपीनाथराव यांचें असें अनुमान आहे कीं [त्रा. आ. सी. (त्रावणकोर आर्किऑलॉजिकल सीरीज) पु. २, पा. ७६; ७८–७९. व प्राचीन लिपिमाला द्वितीयावृत्ति पा. १७९ टीप ३], इसवी सन ८२५ मध्यें मरुवान् सपीर नामक कोणी एक ख्रिस्ती व्यापारी आणखी कांहीं ख्रिस्ती मंडळींनां बरोबर घेऊन कोल्लम बंदरांत आला असावा व त्या प्रसंगाच्या आठवणीकरितां म्हणून तेथील राजानें त्या व्यापाऱ्याचें जहाज बंदरांत आलें त्या दिवसापासून हा शक सुरू केला असावा. ह्या तर्काची इमारत कोट्टयंच्या ख्रिस्त्यांजवळ मिळालेल्या ज्या एका वट्टेळुत्तु लिपीच्या ताम्रपटावर उभारलेली आहे, त्यांत एवढेंच म्हटलें आहे कीं, मरुवान् सपीर यानें कोल्लम येथें तिरिस्सापल्लि (म्हणजे ख्रिस्त्यांचें प्रार्थनामंदिर ?) बांधिलें; व [मलबारचा राजा] स्थाणुरवि याच्या कारकीर्दीत राजमंत्री विजयराघवदेवर वगैरे मंडळींच्या सल्ल्यानें स्थानिक अधिकारी आय्यंडिगळ् तिरुवडी यानें त्या मंदिरास कांहीं जमीन इनाम दिली व त्यास साहाय्य करण्याकरितां त्याच्या स्वाधीन कांहीं कुटुंबें करून थोडेसे अधिकारहि त्यास दिले. ह्या लेखांत कोणताहि शक दिला नसतां केवळ लिपीवरूनच त्याचा काल ठरवून व आणखी दुसऱ्या कित्येक गोष्टी पुरेशा आधारावांचून गृहीत धरून गोपीनाथ राव यांनीं जें अनुमान केलें आहे तें पंडित ओझा यांनां ग्राह्य वाटत नाहीं [भारतीय प्राचीन लिपिमाला द्वितीयावृत्ति पा. १७९ टीप ३]. कोणी असेंहि म्हणतात कीं, मलबारचा राजा चेरुमान पेरुमाल यानें मक्केस प्रयाण केल्यापासून या शकाचा आरंभ झाला असावा. ' तुहफुतुल् मजाहिदीन ' नामक पुस्तकाचा कर्ता, चेरुमान् हा हिजरी सन २०० म्हणजे इसवी सन ८१५–१६ मध्यें मुसुलमान झाला असें सांगतो. अरबस्थानच्या किनाऱ्यावर जुफहार नामक ठिकाणीं मलबारच्या अब्दुर्रहमान सामिरीची जी कबर दाखवितात तिजवर हा चेरुमान हिजरी सन २०२ मध्यें तेथें पोंचला व २१६ त मरण पावला असें लिहिलें असल्याचें म्हणतात [इं. अँ. पु. ११ पा. ११६; ड. क्रॉ. इं. (डफ; क्रानॉलॉजि ऑफ इंडिया) पा. ७४]. परंतु एक तर हा लेख तेथें असल्याचें सिद्ध झालें नाहीं [मलबार गॅझेटिअर पा. ४१] व दुसरें चेरुमान् बौद्ध झाला होता अशी मलबारांत सर्वसाधारण समजूत आहे [भारतीय प्राचीन लिपिमाला]. तेव्हां ही दुसरी असंभवनीय उपपत्तीहि त्याज्यच ठरविली पाहिजे. शंकराचार्यांच्या मृत्यूपासून या शकाचा आरंभ होतो असेंहि कांहीं लोकांचें म्हणणें आहे. शंकराचार्यांचा जन्म विक्रम संवत् ८४५ [यज्ञेश्वर शास्त्री यांचें आर्यविद्यासुधाकर पा. २२६–२७] म्हणजे इ. स. ७८८ सालीं झाला. व केरळोत्पत्तीप्रमाणें ते आपल्या ३८ व्या वर्षी मरण पावले असें जर आपण धरून चाललों, तर ह्या तिसऱ्या उपपत्तीप्रमाणें कोलंब शकाचा आरंभ ८२६ मध्यें पडूं शकतो हें खरें आहे. परंतु मलबारांतील दंतकथेशिवाय ह्या समजुतीस दुसरा आधार नसल्या कारणानें तिला विशेष महत्त्व देतां येत नाहीं.

कोल्लम शक यास मलबारांतील लोक ' परशुरामाचा संवत् ' असें म्हणतात व तो एक हजार वर्षांचें एक चक्र असून सांप्रत त्याचें चौथें चक्र चालू आहे अशी त्यांची समजूत आहे. परंतु ज्या अर्थी इ. स. १८२५ सालीं त्याची १००० वर्षे पुरीं झालीं असतांहि पुन्हां एकापासून त्याची गणना सुरू करण्याऐवजीं तो १००० च्या पुढेंच मोजण्यांत येत आहे, त्या अर्थी त्याला एक हजार वर्षांचें चक्र मानण्यास आपणांस कांहींच आधार नाहीं. त्रिवेंद्रम् येथें मिळालेल्या एका शिलालेखांत [त्रा. आ. सी. पु २, पा. २८] (वर्तमान) कलियुग संवत् ४७०२ बरोबर कोल्लम शक ७७६ दिला आहे. यावरून गत कलियुग संवत् व कोल्लम शक यांच्या मधील अंतर (४७०१–७७६ =) ३९२५ वर्षे निघतें. वर्नेलच्या मतें ह्या शकाचा आरंभ इसवी सन ८२४ च्या सप्टेंबर महिन्यांत होतो [सा. इं. पॅ. पा. ७३]. डॉ. हॉर्न यांनीं कोल्लम शकाच्या कित्येक शिलालेखांतील संक्रांती, वार वगैरे तपशीलांसंबंधीं गणित करून कोल्लम शकाच्या सालांत ८२४ किंवा ८२५ मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें असें ठरविलें आहे [इं. अँ. पु. २५, पा. ५४]. दिवाण बहादूर एल. डी. स्वामिकन्न पिल्ले हे इसवी सनांतून ८२५ वजा केले असतां कोल्लम शक निघतो असें धरून चालतात [इंडियन क्रॉनॉलॉजी पा. ४३].

हा शक मलबारपासून कन्याकुमारीपर्यंत व तिन्नवेल्लि जिल्ह्यांत अद्यापहि चालू आहे. याचें वर्ष सौर असतें व महिन्याचा आरंभ संक्रांतीपासून होतो. मलबारांत ज्या राशींत सूर्य असेल त्या राशीचेंच नांव महिन्याला देतात. परंतु तिन्नवेल्लि जिल्ह्यांत मेष महिन्यास वैशाख, वृषभ महिन्यास जेष्ठ, अशा रीतीनें बाराहि सौर महिन्यांस चैत्रवैशाखादि नांवेंच देण्यांत येतात. उत्तर मलबारांत वर्षारंभ कन्यासंक्रांतीपासून म्हणजे सौर आश्विनापासून मानतात, पण दक्षिण मलबारांत व तिन्नवेल्लि जिल्ह्यांत तो सिंहसंक्रांतीपासून म्हणजे सौर भाद्रपदापासून धरतात. ह्या शकाचा सर्वांत जुना लेख १४९ सालचा मिळाला आहे[ए. इं पु. ९, पा. २३४].

नेवार शक—डॉ. भगवानलाल इंद्रजी यांनां नेपाळांत जी वंशावळ मिळाली तिजवरून असें दिसतें कीं, नेवार (नेपाळ) शक हा तेथील दुसऱ्या ठाकूर वंशांतील अभयमल्ल राजाचा पुत्र जयदेवमल्ल यानें सुरू केला. जयदेवमल्ल कांतिपुरावर व ललितपट्टणावर राज्य करीत होता व त्याचा बंधु आनंदमल्ल हा भक्तपूर (भाटगांव) नांवाचें नगर

वसवून तेथें रहात होता. इतक्यांत नेपाळ शक ९ म्हणजे शालिवाहन शक ८११मध्यें श्रावण शुद्ध ७ मीस कर्नाटक वंशाचा संस्थापक नान्यदेव यानें दक्षिणेंतून येऊन समग्र (नेपाळ) देश पादाक्रांत करून दोन्हीहि मल्लांनां तिरहूतकडे हांकून दिलें [इं. अँ. पु. १३, पा. ४१४]. ह्या वंशावळीप्रमाणें जयदेवमल्ल इ. स. ८८० मध्यें विद्यमान होता असें होतें. परंतु वस्तुतः त्याचा काळ इ. स. १२५२—१२६० याच्या दरम्यान असावयास पाहिजे. जनरल कनिंगहॅम म्हणतो कीं राजा राघवदेव ह्या या शकाचा प्रवर्तक असून त्यानें इ. स. ८८० त नेपाळमध्यें तो सुरू केला होता [कनिंगहॅम; इंडियन ईराज (क. इं. ई.) पा. ७४]. भगवानलाल इंद्रजी ह्यांच्या वंशावळींत किंवा नेपाळच्या इतिहासावरील इंग्रजी पुस्तकांत राघवदेवाचें नांव नाहीं. पण राजा जयस्थितिमल्ल (इ. स. १३८०—१३९४) याच्या वेळीं लिहिलेलें जें वंशावळींचें पुस्तक प्रॉ. सेसिल बेंडाल यांनां नेपाळांत मिळालें होतें त्यांत ह्या राजाचें नांव आहे; व नेपाळांत सांपडलेल्या संस्कृत हस्तलिखित पुस्तकांच्या शेवटीं दिलेल्या तेथील राजांच्या नांवांवरून व शकांवरूनहि राघवदेवानेंच ह्या शक सुरू केला असणें अधिक संभवनीय दिसतें [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. १८०].

वर दिलेल्या जयदेवमल्लाच्या हकीकतीवरून नेपाळ शक व शालिवाहन शक यांच्यामधलें श्रावण महिन्यांतील अंतर ८०२ निघतें. नेपाळांत मिळालेल्या दामोधरभट्टराचित 'नवरत्नम्' नामक पुस्तकाच्या शेवटीं शालिवाहन शक १६०७ मार्गशीर्ष वद्य ८, मघा नक्षत्र, सोमवार व नेपाळ शक ८०६ दिला आहे [ह. कॅ. पा. (हरप्रसादशास्त्री संपादित कॅटलॉग ऑफ पामलीफ अँड सिलेक्टेड पेपर मॅनस्क्रिप्ट्स बिलाँगिंग टु दि दरबार लायब्ररी नेपाळ) पा. १९५]. यावरून दोन्ही शकांतील मार्गशीर्ष महिन्यांतलें अंतर ८०१ असतें असें दिसतें. डॉ. कीलहॉर्न यांनीं नेपाळ शकाच्या शिलालेखांत दिलेले मास, पक्ष, तिथी, वार, नक्षत्र इत्यादिकांवरून गणित करून त्या शकाचा आरंभ इ. स. ८७९ च्या आक्टोबर महिन्यांतील २० व्या तारखेस म्हणजे चैत्रादि विक्रम संवत् ९३६ च्या कार्तिक शुद्ध प्रतिपदेपासून होतो असें ठरविलें आहे [इं. अँ. पु. १७, पा. २४६]. ह्या शकाचे महिने अमांत होते व वर्षे बहुतकरून गतच देत असत. अर्थात् ह्या शकाच्या वर्षांत कार्तिकारंभापासून दिसेंबरअखेरपर्यंत ८७९ व जानेवारीच्या आरंभापासून आश्विनअखेरपर्यंत ८८० मिळविले असतां इसवी सनाचें साल निघेल.

नेपाळांत कांहीं दिवस गुप्त शक, मग हर्ष शक व त्यानंतर हा शक प्रचारांत आला. तेथें गुरख्यांचा अमल होईपर्यंत (इ. स. १७६८) तो तसाच चालू राहिला. परंतु नंतर मात्र सरकारी दफ्तरांत त्याच्या जागीं शालिवाहन शक लिहूं लागले. अद्यापहि पोथ्या लिहिणारे आपल्या ग्रंथांत हाच शक देत असतात [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पा. १८१].

चालुक्य विक्रम शक.—कल्याणपूर (निजामाच्या राज्यांतील कल्याणी) येथील चालुक्य (सोळंकी) राजा विक्रमादित्य (सहावा) यानें आपल्या राज्यांत शालिवाहन शकाच्या ऐवजीं आपल्या नांवाचा नवीन शक सुरू केला होता. हा शक माळव्यांतील विक्रम संवताहून निराळा आहे हें दाखविण्याकरितां शिलालेखांत त्यास 'चालुक्य विक्रमकाल' [ज. ए. सो. मुंबई, पु. १० पा. २९०], 'चालुक्य विक्रम वर्ष' [इं. अँ. पु. ८, पा. २०], 'वीरविक्रमकाल' [ज. ए. सो. मुंबई, पु. २० पा. १९७], 'विक्रमकाल' [ए. इ. पु ३, पा. ३०८] व 'विक्रमवर्ष' [की. लि. इं. स. इ. पा. ३८ लेख नं. २१२] अशीं निरनिराळीं नांवें दिलेलीं आढळतात. ह्या शकाचा आरंभ उपर्युक्त राजाच्या राज्याभिषेकाच्या वर्षापासून झाला असें मानण्यांत येतें.

सदरहू विक्रम राजाचे दुसऱ्या व सहाव्या विक्रमवर्षांतील दोन लेख अनुक्रमें येवूर गांवीं व कुर्तकोटी येथें मिळाले आहेत. यांतील पहिल्यांत पिंगल संवत्सर श्रावण शुद्ध १५, रविवार, चंद्रग्रहण [इं. अँ. पु. ८, पा. २०] व दुसऱ्यांत दुंदुभि संवत्सर पौष शुद्ध ३ रविवार, उत्तरायण संक्रांति व्यतिपात [इं. अँ. पु. २२, पा. १०९], दिला आहे. बार्हस्पत्य गणनेप्रमाणें पिंगल व दुंदुभि संवत्सर अनुक्रमें शालिवाहन शक ९९९ व १००४ मध्यें येतात. तेव्हां ह्या दोन्हीहि लेखांवरून (वर्तमान) विक्रम शक व (गत) शालिवाहन शक यांतील अंतर ९९७ च निघतें. ह्या शकाचा वर्षारंभ चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून होतो. तो सुमारें १०० वर्षें प्रचारांत होता व त्याचा शेवटचा लेख [इं. अँ. पु. ९, पा. ९७—९८] विक्रम शक ९४ मधील आहे.

सिंह शकः—मांगरोलच्या सोढडी विहिरीच्या लेखांत [भावनगर प्राचीन शोधसंग्रह भाग १ पा. ७.] 'सिंह सवत्' ३२ बरोबर विक्रम संवत् १२०२ आश्विन वद्य १३ सोमवार, चौलुक्य राजा दुसरा भीमदेव याच्या दानपत्रांत [इं. अँ. पु. १८, पा. ११२] 'सिंह संवत्' ९६ बरोबर विक्रम संवत् १२६६ मार्गशीर्ष शुद्ध १४ गुरुवार व चौलुक्य अर्जुनदेवाच्या वेळच्या 'सिंह संवत्' १५१ च्या लेखांत [इं. अँ. पु. ११ पा. २४२] विक्रम संवत् १३२० आषाढ वद्य १३ दिलेली आढळते. यांपैकीं शेवटच्या लेखांतील विक्रम संवत् कार्तिकादि असल्यामुळें त्याचा चैत्रादि किंवा आषाढादि विक्रम संवत् १३२१ होईल. तेव्हां, ह्या तीनहि लेखांवरून सिंहशक व चैत्रादि विक्रमसंवत् यांच्या मधील अंतर ११७० असतें असें दिसून येत आहे. या शकाचा आरंभ (अमांत) आषाढ शुद्ध प्रतिपदेपासून [भारतीय प्राचीन लिपिमाला, पा. १८४] होत असल्यामुळें, त्याच्या वर्षांत आषाढारंभापासून दिसेंबरअखेरपर्यंत १११३ व जानेवा-

रीच्या आरंभापासून ज्येष्ठअखेरपर्यंत १११४ मिळविले म्हणजे इसवी सनाचें साल निघेल. ह्या शकाचा उपलब्ध असलेला सर्वांत अलीकडचा लेख सिंह शक १५१ मधील आहे [प्राचीनलिपिमाला, पा. १८४]. सिंह शकाचे जे काय थोडेबहुत लेख आज उपलब्ध आहेत ते सर्व काठेवाडांत मिळालेले आहेत. चालुक्य भीमदेवाच्या दानपत्रांत सिंह शक असण्याचें कारण, त्यांतील दान दिलेल्या भूमीचा संबंध काठेवाडाशीं आहे. ज्यांचा काठेवाडाशीं कांहींच संबंध नाहीं असे फक्त तीनच लेख सिंह शकाचे म्हणून दाखविण्यांत आले आहेत. वस्तुतः त्यांत संवत् एवढींच अक्षरें असून तो सिंह संवत् आहे हें केवळ अनुमानानेंच ठरविण्यांत आलें आहे. यांतील पहिला लेख गुजराथचा चौलुक्य राजा भीमदेव याचें संवत् ९३ चें दानपत्र असून प्रो. देवदत्त रामकृष्ण भांडारकर यांनां कोटाच्या राज्यांत अट्रू येथें मिळालेला महाराजाधिराज जयसिंह याचा संवत् १४ चा लेख व जोधपूरच्या राज्यांत सेवाडी गांवीं मिळालेला कटुक राजाचा संवत् ३१ चा लेख हे दुसरे दोन आहेत. या तिहीं-पैकीं दानपत्र विक्रम संवत् १०९३ मधील पहिल्या भीमदेवाचें आहे व कोटयाचा लेख विक्रम संवत् १३१४ मधील माळव्याचा महाराजाधिराज दुसरा जयसिंह (जयतुगिदेव) याचा आहे, असें पंडित गौरीशंकर हीराचंद ओझा यांनीं दाखविलें असून तिसऱ्या लेखाविषयीं ते असें म्हणतात कीं, एक तर तो बरोबर वाचला गेला नसावा किंवा वाचला गेला असला तर विक्रम संवत् ११८९-१२०२ मध्यें नाडोलचा राजा रायपाल असल्यामुळें त्यांतील संवत् सिंह शक मानतां येत नाहीं [भारतीय प्राचीन लिपिमाला पानें १८२–८४ टीप].

ह्या शक कोणीं सुरू केला याविषयीं खात्रीलायक कांहींच माहिती आज उपलब्ध नाहीं. कर्नल जेम्स टॉड यानें ह्या शकाचें नांव 'शिवसिंह संवत्' असें दिलें असून तो काठेवाडच्या दक्षिणेस असलेल्या दीव बेटांतील गोहिल लोकांनीं सुरू केला होता असें त्यानें म्हटलें आहे [इं. अँ. पु. ९, पा. ९७–९८]. ह्या उपपत्तीवरून सिंह शकाचा प्रवर्तक गोहिल शिवसिंह होता असें ध्वनित होतें. भावनगर संस्थानचे माजी दिवाण विजयशंकर गौरीशंकर ओझा हे असें म्हणतात कीं, पोरबंदरच्या एका लेखांत श्रीसिंहाचें नांव आढळून येत असून त्यांत तो सौराष्ट्राचा मंडलेश्वर असल्याविषयीं लिहिलें आहे; परंतु कांहीं दिवसांनीं अधिक प्रबळ झाल्यावर त्यानें विक्रम संवत् ११७० मध्यें आपल्या नांवाचा शक चालू केला असावा असें वाटतें [भावनगर प्राचीन शोधसंग्रह, भाग १ पा. ४–५ (गुजराथी); इंग्रजी भाषांतर पानें २–३]. पोरबंदरचा उपर्युक्त सिंहाचा लेख अद्याप प्रसिद्ध झाला नसल्यानें तज्ज्ञ मंडळींच्या तत्त्वनिकषग्राव्याच्या कसोटीस लागून त्याचा खरेपणा सिद्ध झाला नाहीं. डॉ. भगवानलाल इंद्रजी यांचें असें मत आहे कीं, [चौलुक्य] जयसिंह (सिद्धराज) यानें बहुधा इ. स. १११३–१४ (म्हणजे वि. सं. ११६९–७०) च्या सुमारास सोरठ (दक्षिण काठेवाड) येथील खेंगार [राजा] वर विजय संपादन करून त्या विजयाच्या स्मरणार्थ ह्या शक चालू केला असावा [मुंबई गॅझेटिअर पु. १, भाग १, पा. १७६]. परंतु, एक तर जयसिंहानें खेंगारवरील विजय इ. स. १११३–१४ तच मिळविला याबद्दल आपणांजवळ कांहीं पुरावा नाहीं, व दुसरें तो जयसिंहानें सुरू केला म्हणावा तर त्या शकास ह्या राजाचें नांव नाहीं किंवा त्याच्या वंशजांनींहि तो पुढें चालू ठेवलेला दिसत नाहीं. तेव्हां ज्या अर्थी काठेवाडाव्यतिरिक्त इतर कोणत्याहि ठिकाणीं ह्या शकाचे लेख अद्याप सांपडले नाहींत त्या अर्थी काठेवाडचाच कोणी तरी सिंह नामक राजा त्या शकाचा प्रवर्तक असावा, हें विजयशंकर ओझा यांचें अनुमानच अधिक सयुक्तिक दिसतें.

लक्ष्मणसेनशक.—अबुलफजल याच्या अकबरनाम्यांत [ज. ए. सो. बंगा. पु. ५७, भाग १, पान. १–२] गत लक्ष्मणसेन शक ४६५ बरोबर गत शालिवाहन शक १५०६, स्मृतितत्त्वामृत नांवाच्या हस्तलिखितांत [नोटिसेस ऑफ संस्कृत मॅन्युस्क्रिप्ट्स पु. ६ पा. १३] लक्ष्मणसेन शक ५०५ बरोबर शालिवाहन शक १५४६ आणि नरपतिजयचर्या ह्या दुसऱ्या एका हस्तलिखितांत [ह. कॅ. पा. पा. १०९] लक्ष्मणसेन शक ४९४ बरोबर (वर्तमान) शालिवाहन शक १५३६ दिलेला आहे. उलट पक्षीं तिरहूतच्या शिवसिंहदेव राजाच्या एका बनावट दानपत्रांत [इं. अँ. पु.१४ पा.१९०, १९१] लक्ष्मणसेन शक २९३ बरोबर शालिवाहन शक १३२१ लिहिला असून द्विजपत्रिकेच्या १५ मार्च सन १८९३ च्या अंकांत ह्या शकाचा आरंभ शके १०२८ मध्यें होतो असें म्हटलें आहे, व तो इ. स. ११०६ च्या जानेवारी महिन्यांत म्हणजे शके १०२७त होतो असें डॉ. राजेंद्रलाल मित्र यांजकडून दाखविण्यांत आलें आहे [ज. ए. सो. बंगा. पु. ४७, भाग १, पा.३९८]. मिथिला देशांतील निरनिराळ्या पंचांगांत शालिवाहन शकाबरोबर जे निरनिराळे लक्ष्मणसेन शक हल्लीं देण्यांत येत असतात त्यांवरून लक्ष्मणसेन शकाचा आरंभ शके १०२६–२७, १०२७–२८, १०२९–३० किंवा १०३०–३१ यांपैकीं कोणत्याहि एका वर्षी येऊं शकेल [क. इं. ई. पा. ७९].

वर दिलेल्या भिन्न भिन्न लेखांतील पुराव्यांचा असा मथितार्थ निघतो कीं, लक्ष्मणसेन शकाचा आरंभ एकतर शके १०४१ मध्यें झाला असावा किंवा त्याचा आरंभकाल शके १०२८ च्या जवळ पास कोठें तरी असेल. डॉ. कीलहॉर्न यांनीं एक शिलालेख व पांच हस्तलिखितें घेऊन त्यांच्या तिथिवारांसंबंधीं गणित करून असें दाखविलें आहे कीं, गत शक १०२८ च्या मार्गशीर्ष शुद्ध प्रतिपदेस म्हणजे तारीख २९ आक्टोबर सन ११०६ रोजीं ह्या शकाचा आरंभ होतो असें धरलें तर सहांपैकीं पांच लेखांतील तिथींचे वार जमतात. परंतु तोच जर गत शक १०४१ च्या

कार्तिक शुद्ध प्रतिपदेस म्हणजे तारीख ७ आक्टोबर सन १११९ ला धरला तर सहाहि तिथींचे वार जुळून येतात [इं. अँ. पु. १९ पान ५–६]. गुलामवंशीं कुतबुद्दिनाच्या कारकीर्दींत इ. स. ११९८–९९ च्या सुमारास [इं. अँ. पु. १९ पा. ७] बख्त्यार खिलजीनें नदिआ जिंकून लक्ष्मणसेनास हांकून लाविलें तेव्हांच लक्ष्मणसेनाची कारकीर्द आटोपली असें मानिलें तर त्या स्वारीची हकीकत लिहिणाऱ्या मिनहाज उस्सीराज या मुसुलमान इतिहासकारानें म्हटल्याप्रमाणें लक्ष्मणसेनाची ८० वर्षांची कारकीर्द शक १०४१ च्या सुमारासच सुरू झाली पाहिजे. म्हणून तारिख ७ आक्टोबर सन १११९ ह्याच दिवसापासून लक्ष्मणसेन-शकाचा आरंभ होतो असें मानणेंच विशेष सयुक्तिक होईल.

बंगालचा लक्ष्मणसेन राजा सिंहासनारूढ झाल्यापासून ह्या शकाचा आरंभ होतो असें मानण्यांत येतें. पूर्वी ज्या मुसुलमान इतिहासकाराच्या नांवाचा उल्लेख आलेला आहे त्यानें आपल्या तब्कात-इ-नासिरी ग्रंथांत असें लिहून ठेविलें आहे कीं, लक्ष्मणसेन गर्भावस्थेंत असतांच त्याचा बाप मरण पावल्यामुळें त्यास जन्मतःच गादी मिळाली होती. परंतु हा केवळ जनप्रवादच होता असें दिसतें [लघुभारत खण्ड २, ज. ए. सो. बंगा. इ. स. १८९६]. कारण, लक्ष्मणसेनाचा बाप वल्लाळसेन यानें पुत्रलाभामुळें त्यास जो आनंद झाला त्यांत आपल्या मुलाच्या जन्मदिवसापासून त्याच्या नांवाचा शक सुरू केला असला तरी तो त्यानंतर कित्येक वर्षे जिवंत होता. इतकेंच नव्हे तर शके १०९१ मध्यें त्यानें दानसागर नांवाचा एक ग्रंथ लिहून संपविला होता [ज. ए. सो. बंगा. इ. स. १८९६ भा. १ पा. २३]. त्याच्या आधल्याच वर्षी त्यानें अद्भुतसागर नांवाचा दुसराहि एक ग्रंथ लिहिण्यास आरंभ केला होता; तथापि वृद्धापकाळामुळें तो आपल्या हातून संपूर्ण होणें शक्य नाहीं असें पाहून आपल्या मुलाच्या स्वाधीन सर्व राज्यकारभार करून त्यानें गंगाप्रवाहीं देहत्याग केला [अद्भुतसागर; भारतीय प्राचीन लिपिमाला, पा. १८४]. आरंभीं ह्या शकाचा प्रचार बंगाल, विहार व मिथिला एवढ्या देशांत होता परंतु आतां फक्त मिथिलेंतच त्याचा प्रचार राहिला असून तेथें त्याचा वर्षारंभ माघ शुद्ध प्रतिपदेपासून मानण्यांत येतो [भा. प्रा. लि. पा. १८६].

राज्याभिषेकशक किंवा राजशक.— मराठी राज्याचे संस्थापक छत्रपति शिवाजी महाराज यांच्या राज्याभिषेकाच्या दिवसापासून म्हणजे गत शक १५९६, चैत्रादि गत विक्रम संवत् १७३१, आनंद संवत्सर, ज्येष्ठ शुद्ध १३, तारीख ६ जून सन १६७४ पासून [त्रा. आ. सी. पु. १, पा. २९] ह्या शकास आरंभ होत असून तो मराठी राज्यांत प्रचलित होता. याचा वर्षारंभ ज्येष्ठ शुद्ध १३पासून होत असे व वर्षे वर्तमान लिहिलीं जात. आतां हा शक प्रचारांत राहिला नाहीं.

पुडुवैप्पु शक.— मलयाळम् भाषेंत पुडुवैप्पु शक याचा अर्थ नवीन वसाहतीचा शक असा होतो (पुडु = नवीन, वेप = वसाहत). इ. स. १३४१मध्यें कोचीनच्या उत्तरेस १३ मैल लांब व १ मैल रुंद असा जो एक जमिनीचा तुकडा समुद्रांतून वर आला त्याच्या स्मरणार्थ सदरहू शक सुरु करण्यांत आला होता [त्रा. आ. सी. पु. १ पा. २८-२९]. कोचीनचें राज्य व डच ईस्ट इंडिया कंपनी यांच्या दरम्यान झालेला तह ज्यांवर खोदविला आहे असे पांच ताम्रपट आढळून आले आहेत. त्यांत पुडुवैप्पु शक ३२२, १४ मीनम् (मीन महिन्याचा १४ वा दिवस = ता. २२ मार्च) असें लिहिलेलें आहे. या शकाचा कोचीनच्या राज्यांत पूर्वी थोडासा प्रचार होता, परंतु आतां तो समूळ नाहींसा झाला आहे.

हिजरी सन.—ह्या सनाचा आरंभ मुसुलमानी धर्माचे प्रवर्तक महंमद पैगंबर यांनीं मक्केकडून मदीना येथें ज्या दिवशीं पलायन केलें त्या दिवसापासून होतो असें मानण्यांत येतें. अरबी भाषेंत 'हिजर' धातूचा अर्थ वेगळें होणें किंवा सोडणें असा असल्यामुळें ह्या शकास म्हणजे सनास हिजरी सन असें नांव पडलें. तथापि, हा सन पलायनाच्या दिवसापासून लागलाच प्रचारांत आला असें मात्र घडलें नाहीं. आरंभीं आरंभीं मुसुलमान लोक वर्षांनां आपल्या पैगंबराच्या निरनिराळ्या कार्यांचीं नांवें देत असत. उदाहरणार्थ, पहिलें 'यजन' म्हणजे मक्केहून मदीना येथें जाण्याच्या आज्ञेचें वर्ष; दुसरें 'हुक्म' म्हणजे ज्या वर्षी मुसुलमान न होणाऱ्या लोकांशीं लढण्याचा हुकूम झाला तें वर्ष इत्यादि. पुढें एकदां असें झालें कीं खलीफ उमर (इ. स. ६३४–६४४) याच्या कारकीर्दींत, त्याच्या जुन्या कागदपत्रांत दिलेले चांद्रमास कोणत्या वर्षांतील आहेत हें समजत नाहीं अशी तक्रार करण्यांत आली; तेव्हां त्यानें विद्वानांच्या सल्लयानें असें ठरविलें कीं, ज्या वेळीं आपल्या पैगंबरानें मदीन्यास येण्याकरितां मक्का सोडली त्या वेळेपासून —म्हणजे ता. १५ जुलै इ. स. ६२२ विक्रम संवत् ६७९ श्रावण शुद्ध २ ह्या दिवसाच्या संध्याकाळपासून—हिजरी सनाचा आरंभ होतो असें धरून कालगणना करण्यांत यावी [नवलकिशोर प्रेस (लखनौ) ची अयने अकबरी दफ्तर १ पान ३३७]. ही गोष्ट हिजरी सन १७ मध्यें घडली असें म्हणतात ['अजायब उल बुलदान', नवलकिशोर प्रेसचे गयाझुल्लुगात पुस्तक पान ३२४ पहा].

हिजरी सनाचें वर्ष चांद्र आहे. त्यांतील प्रत्येक महिन्याचा आरंभ चंद्रदर्शनापासून म्हणजे बहुधा शुद्ध द्वितीयेपासून होतो. १ मोहरम (मुहर्रम), २ सफर, ३ रबिलावल (रबी उल अव्वल), ४ रबिलाखर (रबी उल आखिर किंवा रबीउस्सानी), ५ जमादिलावल (जमादि उल अव्वल), ६ जमादिलाखर (जमादिल आखिर, किंवा जमादि उस्सानी), ७ रजब (रजब), ८ सावान (शावान), ९ रमजान,

१० सवाल (शव्वाल), ११ जिल्काद व १२ जिल्हेज (जिल हिज्ज); हीं हिजरी सनांतील बारा महिन्यांचीं नांवें आहेत. एका चांद्र मासांत जवळ जवळ २९ दिवस, ३१ घटिका, ५० पळें व ७ विपळें एवढाच काळ असल्यामुळें एका चांद्र वर्षांत सौर वर्षाहून जवळ जवळ १० दिवस, ५३ घटिका, ३० पळें व ६ विपळें कमी येतात. याचा परिणाम असा झाला आहे कीं, ता. १५ जुलै सन १९२२ (दक्षिण विक्रम संवत् १९७८ श्रावण वद्य ६)रोजीं संध्याकाळीं ह्या सनास आरंभ होऊन बरोबर १३०० वर्षें होत असतां, त्या वेळीं हिजरी सन १३४० च्या जिल्काद महिन्यांतील २० व्या तारखेस आरंभ होणार आहे. म्हणजे १३०० सौर वर्षांत हिजरी सनाचीं ३९ वर्षें १० महिने व १९ दिवस अधिक झाले. या हिशोबानें १०० सौर वर्षांत चांद्रमानानुसार ३ वर्षें, २४ दिवस व ९ घटिका अधिक होतात. अशा स्थितींत हिजरी सनावरून इसवी सनाचें अगर हिंदू लोकांच्या चांद्रसौर मानाच्या शक संवतादिकांचें वर्ष काढण्याकरितां प्रत्येक वेळीं गणित करून पाहिल्याशिवाय गत्यंतरच नाहीं.

हिंदुस्थानांत मुसुलमानी अंमलापासून हिजरी सनाचा प्रचार सुरू झाला. व त्याचा क्वचित् प्रसंगीं संस्कृत लेखांतहि उपयोग होऊं लागला [इं. अँ. पु. ११, पा. २४२ पहा]. हा सन हिंदुस्थानांत महमुद गझनीच्या महंमदपूर म्हणजे लाहोर येथील हिजरी सन ४१८—४१९ (इ. स. १०२७—१०२८) मधील नाण्यावरच्या दुसऱ्या बाजूस असलेल्या संस्कृत लेखांत पहिल्या प्रथम वापरलेला दृष्टीस पडतो [एडवर्ड थॉमस; क्रानिकल्स ऑफ दि पर्शियन किंग्ज ऑफ डेल्हि, पृ. ४८].

सू र स न.—याचें मूळ नांव शाहूर सन; पण त्यास सूर किंवा सुरु सन आणि अरबी सन असेंहि ह्मणतात. ह्या शकास शाहूर हें नांव कां पडलें याचें कारण बरोबर समजत नाहीं; परंतु असा एक तर्क आहे कीं, अरबी भाषेंत महिन्याला जो शहर असा शब्द आहे त्याचें अनेकवचन शहूर असल्यामुळें त्यापासून शाहूर शब्दाची व्युत्पत्ति झाली असावी. हा सन मराठशाहींत प्रचारांत होता. मराठ्यांच्या कागदपत्रांत सूर सन व त्याबरोबर हिजरी सनाचे चांद्रमास व चंद्र दिलेले आढळतात. हल्लीं हा सन महाराष्ट्रांत कोणी वापरीत नाहीं. परंतु महाराष्ट्रांतील पचांगांत सूर सनाच्या वर्षारंभीं त्याचें साल देण्याची जी पूर्वीपासून वहिवाट पडली ती अद्याप तशीच कायम राहिली आहे. ह्या सनाचीं वर्षे आंकड्यांत न लिहितां संख्यावाचक अरबी शब्दांत व्यक्त करीत असतात. खालीं अरबींतील मूलभूत संख्यांचीं नांवें व त्याबरोबरच त्यांचे मराठी अपभ्रंश कंसांत दिले आहेत. या अंकांत कोणतीहि संख्या सांगावयाची असल्यास प्रथम एकंच्या, मग दहंच्या, नंतर शतंच्या व मागून सहस्राच्या अंकाचें नांव घालावें. उदाहरणार्थ, १३२१ = इहिदे, अशरीन, सल्लास मय्या व अल्लफ. मूलभूत अरबी संख्यांचीं नांवें पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत.

१ अहद (इहिदे), २ अस्ना (इसन्ने), ३ सलासह (सल्लास), ४ अरबा (आर्बा), ५खम्मा (खंमस), ६ सित्ता (शीत), ७ सबा (सब्बा), ८ समानिआ (सम्मान), ९ तसआ (तिस्सा), १० अशर, २० अशरीन, ३० सलासीन (सल्लासीन), ४० अरबईन (आर्बैन), ५० खमूसीन (खमसैन), ६० सित्तीन (शितैन), ७० सबीन (सब्बैन), ८० समासीन (सम्मानीन), ९० तसईन (तिस्सैन), १०० माया (मय्या), २०० मअतीन (मय्यातैन), ३०० सलास माया, ४०० अरबा माया इत्यादि. १००० अलफ (अल्लफ), १०००० अशर अलफ (अशर अल्लफ).

ह्या सनाचा वर्षारंभ मृग नक्षत्रीं सूर्य आल्यापासून होत असल्याकारणानें त्याचें वर्ष सौर असतें. त्याच्या वर्षांत मृग नक्षत्रापासून—मे किंवा जून महिन्यापासून—दिसेंबरअखेरपर्यंत ५९९ व इतर महिन्यांत ६०० मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें. त्याचे महिने सौर असतात तरी त्यांनां हिजरी सनाच्या चांद्र महिन्यांचींच नांवें दिलेलीं आहेत. ता. १५ मे सन १३४४ (वि. सं. १४०१ ज्येष्ठ शुद्ध २) रोजीं हिजरी सन ७४५ च्या मोहरम महिन्यास आरंभ झाला असून त्याच दिवशीं सूर्यहि मृग नक्षत्रीं आला होता व सूर सनाचेंहि ७४५ वें वर्ष त्याच दिवशीं सुरू झालें होतें. या वेळीं दिल्लीस महंमद तघलक (इ. स. १३२५—१३५१] राज्य करीत असून त्यानें दिल्लीहून आपली राजधानी काढून ती देवगिरी (दौलताबाद) शहरीं आणण्याचा प्रयत्नहि केला होता. तेव्हां असा एक संभव आहे कीं रबी व खरीफ या दोन हंगामांचा हिजरी सन व त्याचे चांद्रमास यांच्याशीं संबंध न राहूं लागल्यानें सरकारी सारा वसूल करण्यास जी गैरसोय होऊं लागली ती टाळण्याकरितां म्हणून महंमद तघलकानें हिजरी सनाचे चांद्र मास व चांद्र वर्ष सौर करून दक्षिणेंत हा सन सुरू केला असावा. ह्या सनाच्या वर्षास मृगापासून आरंभ होतो म्हणून त्यास मृगसाल असेंहि कधीं कधीं म्हणत असत.

फ स ली स नः—हिंदुस्थान देशांत मुसुलमानांचें राज्य झाल्यापासून सरकारी कागदपत्रांत हिजरी सन वापरण्यांत येऊं लागला. परंतु त्याचें वर्ष शुद्ध चांद्र असल्यानें तें सौर वर्षाहून सुमारें ११ दिवसांनीं लहान पडतें व त्यामुळें त्याच्या महिन्यांचा किंवा वर्षाचा शेतकऱ्यांच्या रबी व खरीफ ह्या दोन फसलांशीं म्हणजे हंगामांशीं कांहींच संबंध राहीना. हिजरी सनामुळें फसलांचा हा जो घोटाळा होत होता तो दूर करण्याकरितां अकबर बादशहानें हिजरी सन ९७१ (इ. स. १५६३) पासून फसली सन सुरू केला. त्या वर्षी हिजरी सनाचें जें साल होतें तेंच फसली सनाचेंहि मानलें गेलें; परंतु त्यापुढें फसली सनाचें वर्ष सौर किंवा चांद्रसौर धरण्यांत येऊं लागल्यामुळें त्याचें साल हळू हळू

हिजरी सनाच्या मागें पडूं लागलें. आरंभीं हा सन पंजाबांत व संयुक्त प्रांतांत सुरू करण्यांत आला होता; परंतु पुढें बंगाल वगैरे प्रांत अकबराच्या राज्यास जोडले गेले तेव्हां तेथेंहि तो चालू करण्यांत आला. दक्षिणेमध्यें तो शहाजहान बादशहाच्या कारकीर्दींत आला. हा सन अद्यापहि कोठें कोठें वापरण्यांत येतो; परंतु निरनिराळ्या भागांत त्याची निरनिराळ्या प्रकारची गणना प्रचलित आहे. पंजाब, संयुक्तप्रांत व बंगाल एवढया देशांत ह्याचा आरंभ (पौर्णिमांत) आश्विन कृष्ण प्रतिपदेपासून होतो व तेथें त्याच्या सालांत ५९२ किंवा ५९३ मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें. दक्षिणेंत हा सन हिजरी सन १०४६ (इ. स. १६३६) मध्यें प्रथम चालू करण्यांत आल्यामुळें उत्तरेकडील व दक्षिणेकडील हिजरी सनांत सुमारें २ वर्षांचें अंतर पडलें. मुंबई इलाख्यांत याचा आरंभ मृग नक्षत्रापासून म्हणजे ता. ५, ६ किंवा ७ जूनपासून होत असतो व त्याचे महिने मोहरम आदिकरून असतात. मद्रास इलाख्यांत अगोदर ह्या सनाचा आरंभ कर्क संक्रांतीपासून होत असे. परंतु इ. स. १८०० च्या आसपासपासून तो १३ जुलैपासून धरण्यांत येऊं लागला व पुढें इ. स. १८५५ पासून १ जुलै हा त्याचा आरंभदिवस निश्चित करण्यांत आला. दक्षिणेंतील फसली सनांत ५९० किंवा ५९१ मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें.

वि ला य ती स न.—विलायती सन हें एक प्रकारें बंगालमधील फसली सनाचेंच दुसरें नांव आहे (फसली सन पहा). हा ओरिसांत व बंगालच्या कांहीं भागांत चालू असून याचे महिने व वर्षे हीं दोन्होहि सौरच आहेत. महिन्यांस चैत्रादि बारा नांवें आहेत व वर्षारंभ कन्या संक्रांतीपासून म्हणजे (सौर) आश्विनापासून धरण्यांत येतो. ज्या दिवशीं सूर्याचें दुसऱ्या राशींत संक्रमण होतें तोच महिन्याचा प्रथम दिवस असतो. याच्या वर्षांत ५९२ किंवा ५९३ मिळविले असतां इसवी सनाचें साल निघतें.

अ म ली स नः—अमली सन हा ओरिसाच्या व्यापारी लोकांत व कचेऱ्यांमध्यें प्रचलित आहे. ह्यांत व त्याच देशांत चालू असलेल्या विलायती नामक दुसऱ्या सनांत एवढाच फरक आहे कीं, विलायती सनाचा वर्षारंभ कन्या संक्रांतीपासून होतो तर याचा भाद्रपद शुद्ध द्वादशीपासून होतो (विलायती सन पहा). अशा रीतीनें वर्षारंभ भिन्न असण्याचें कारण असें सांगतात कीं, सदरहू दिवशीं ओरिसाच्या इंद्रद्युम्न नामक राजाचा जन्म झाला होता.

बं.गा ली स न.—बंगाली सनास गंगाब्द असेंहि दुसरें एक नांव आहे. हा बंगाल्यांतील फसली सनाचाच एक निराळा प्रकार आहे. ह्यांत व तेथील फसली सनांत एवढाच फरक आहे कीं, फसली सनाचा वर्षारंभ आश्विन वद्य प्रांतपदेपासून होतो तर याचा पुढें सात महिन्यांनंतर मेषसंक्रांतीपासून म्हणजे सौर वैशाखापासून होतो. याचे महिने सौर असल्यामुळें त्यांत पक्षतिथींची गणना नाहीं. सूर्याचें ज्या दिवशीं दुसऱ्या राशींत संक्रमण होतें त्यास पहिला दिवस मानून त्याच्या सौर महिन्याचे दिवस मोजीत असतात. ह्या सनांत ५९३ किंवा ५९४ मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें.

म गी स न.—बंगालच्या चितागांग जिल्ह्यांत ह्या सनाचा प्रचार आहे व याच्या सालांत ६३८ किंवा ६३९ मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें. बंगाली सनाप्रमाणें ह्याचाहि वर्षारंभ मेष संक्रांतीपासून म्हणजे सौर वैशाखापासून होतो; व त्याच्या महिन्यांस चैत्रवैशाखादि नांवें असून सूर्य ज्या दिवशीं दुसऱ्या राशींत प्रवेश करितो तो नवीन महिन्याचा पहिला दिवस समजून त्या महिन्याचे पुढील दिवस मोजण्यांत येत असतात. हा सन कोणीं सुरू केला व त्याला मगी असें नांव कां मिळालें हें नीट समजत नाहीं. आराकानच्या राजानें इसवी सनाच्या नवव्या शतकांत चितागांग जिल्हा जिंकून घेतला होता. व इ. स. १६६६ त तो मोगलांच्या राज्यास जोडला जाईपर्यंत त्यावर बहुतेक आराकानी म्हणजे मगी लोकांचीच सत्ता राहिली होती. तेव्हां कदाचित् मग लोकांवरूनच ह्या सनास मगी हें नांव पडलें असण्याचा संभव आहे [ए. ब्रि. पु. १३, पा. ५०० ११ वी आवृत्ति].

इ ला ही स नः—तारीख-इ-इलाही नांवाचा हा शक अकबर बादशहानें सुरू केला असून तो ज्या वर्षी गादीवर बसला तें ह्या शकाचें पहिलें वर्ष होतें असें अबदुल कादिर बदायूनी नामक अकबराच्या दरबारांतील एका पंडितानें आपल्या 'मुंतखबुत्तवारीख' पुस्तकांत लिहून ठेविलें आहे [क.इं. ई. पान ८४]. वास्तविक पाहतां हा सन अकबर सिंहासनारूढ झाल्यावर २९साव्या वर्षी म्हणजे हिजरी सन९९२ (इ. स. १५८४) मध्यें सुरू करण्यांत आला होता. परंतु मागील वर्षांचा हिशेब करून अकबर ज्या वर्षी गादीवर बसला तें ह्या शकाचें प्रथम वर्ष होईल अशी व्यवस्था केली गेली. अकबराचें राज्यारोहण तारीख २ रबी उस्सानी हिजरी सन ९६३ म्हणजे तारीख १४ फेब्रुवारी इ. स. १५५६ रोजीं झालें होतें. परंतु त्या दिवसापासून ह्या शकाचा आरंभ न धरतां पुढें २५ दिवसांनीं म्हणजे तारीख ११ मार्च सन १५५६ रोजीं इराणी (पार्शी) लोकांचा फरवर्दिन नांवाचा वर्षारंभींचा महिना सुरू झाला तो त्याचा आरंभदिवस समजण्यांत आला. ह्या सनाचें वर्ष सौर आहे व महिन्यांचीं व तारखांचीं नांवें पार्शी लोकांसारखींच आहेत. ह्या सनाचे कांहीं महिने २९ दिवसांचे कांहीं तिसांचे, कांहीं एकतिसांचे व एक बत्तिसाचा होता. महिन्याच्या तारखा आंकड्यांत न मांडतां त्यांचीं पार्शी नांवेंच लिहिण्यांत येत होतीं. पार्शी लोकांचा प्रत्येक महिना तीस दिवसांचाच असल्यामुळें ३१ व ३२ ह्या दोन तारखांकरितां मात्र अनुक्रमें रोज व शब या दोन

नवीन नांवांची योजना केली गेली होती. (पार्शी महिन्यांची व तीस तारखांचीं नांवें यज्दजर्द सनाखालीं पहा.)

ह्या सन अकबर व जहांगीर ह्या दोनच बादशहांच्या कारकीर्दींत चालू होता. शहाजहान अधिकारारूढ होतांच त्यानें तो बंद करून टाकल्यानें अकबर व जहांगीर यांच्या कारकीर्दींतील कागदपत्र, नाणीं व ऐतिहासिक ग्रंथ यांच्या खेरीज इतर ठिकाणीं तो सांपडत नाहीं. ह्या सनांत १५५५ किंवा १५५६ मिळविले असतां इसवी सनाचें वर्ष निघतें.

य ज्द ज र्द सन.—ह्या पार्शी लोकांचा सन आहे. याचें वर्ष सौर असून त्यांतील महिन्यांस अनुक्रमें १ फरवर दीन् (फरवर्दीन), २ उर्दिबहिश्त (आर्दविहस्त), ३ खुर्दाद, ४ तीर (तियर), ५ अमरदाद् (अमुरदाद), ६ शहरेवर (शारेवर), ७ मेहर (मेहेर), ८ आवां (आबान), ९ आजर (आदर), १० दे, ११ बहमन व १२ अस्फंदिआरमद (आस्पंदाद) अशीं नांवें आहेत. प्रत्येक महिन्यांत तीसच दिवस असतात; परंतु वर्षाच्या अखेर गाथाचे अहुनवद्, ओश्तवद, स्पेंतोमद, वहुक्षत्र व वहिश्तोयश्त हे पांच दिवस मिळवून एकंदर ३६५ दिवस करण्यांत येतात. दर १२० वर्षांनीं महिन्यांच्या अनुक्रमानें एक एक महिना अधिक धरिला जातो. ह्या अधिक मासास कवीसा असें म्हणतात. प्रत्येक महिन्यांत जे तीस दिवस असतात त्यांनां पुढें दिल्याप्रमाणें नांवें आहेतः—

१ अहुर्मज्द्, २ बहमन्, ३ उर्दिबहिश्त, ४ शहरेवर, ५ स्पंदारमद्, ६ खुर्दाद, ७ मुरदाद (अमरदाद), ८ देपादर, ९ आजर (आदर), १० आवां (आवान्), ११ खुरशेद्, १२ माह (म्होर), १३ तीर, १४ गोश, १५ देपमेहर, १६ मेहर, १७ सरोश, १८ रश्नह, १९ फरवरदीन्, २० बेहराम, २१ राम, २२ गोवाद, २३ देपदीन, २४ दीन, २५ अर्द (अशीश्वंग), २६ आस्ताद, २७ आस्मान्, २८ जमिआद, २९ मेहरेस्पंद व ३० अनेरां.

इ स वी स न.—ह्या सनाचा आरंभ ख्रिस्ती संप्रदायाचा प्रवर्तक येशू ख्रिस्त याच्या जन्मवर्षापासून होतो असें मानण्यांत येतें. येशू ख्रिस्तास हिंदी लोक 'ईसा मसीह' असें म्हणत असल्यामुळें त्याच्या शकास इसवी सन हें नांव पडलें आहे. ह्या शक इसवी सन ५२७च्या सुमारास रोम येथील डायोनीसिअस एक्सिगुअस नामक एका विद्वान् पाद्र्यानें सुरू केला. १९४ व्या ऑलिंपिअडच्या चौथ्या वर्षांत म्हणजे रोम शहराच्या स्थापनेपासून ७५३ व्या वर्षी येशू ख्रिस्ताचा जन्म झाला असें त्यानें प्रथम हिशेब करून ठरविलें; व मग त्या वर्षी शकारंभ धरिला असतां आज त्या नवीन शकाचें कोणतें वर्ष पडतें हें काढून त्या कालगणनेचा ख्रिस्तानुयायी राष्ट्रांत प्रसार करण्याचा त्यानें प्रयत्न केला. त्याच्या प्रयत्नांनीं ह्या शक इसवी सनाच्या सहाव्या शतकांत इटलीमध्यें, आठवें शतक संपण्यापूर्वी इंग्लंडमध्यें, आठव्या व नवव्या शतकांत फ्रान्स, बेल्जम, जर्मनी व स्वित्झरलंड या देशांत व इसवी सन १००० पावेतों यूरोपांतील राहिलेल्या बहुतेक सर्व ख्रिस्ती राष्ट्रांत वापरण्यांत येऊं लागला. त्यानंतर पाश्चात्य संस्कृतीच्या प्रसारावरोबर ह्याचाहि दिवसेंदिवस अधिकाधिक प्रसार होत जाऊन आतां तर बहुतेक सर्व जगभर ह्याचा उपयोग होऊं लागला आहे.

वर्षांचे आंकडे सोडून इतर सर्व बाबतींत ह्या शकाची कालगणना प्राचीन रोमन लोकांप्रमाणेंच आहे. आरंभीं रोमन लोकांचें वर्ष ३०४ दिवसांचें होतें व त्यांत मार्चपासून दिसेंबरपर्यंत १० महिने होते. जुलै व ऑगस्ट ह्या दोन महिन्यांस त्या वेळीं 'क्विन्क्टिलिस' व 'सेक्स्टिलिस' अशीं नांवें होतीं. पुढें 'नुमा पांपिलिअस' (ख्रिस्तपूर्व ७१५–६७२) नांवाच्या राजानें वर्षाच्या आरंभीं जानेवारी व अखेरीस फेब्रुवारी असे दोन महिने अधिक घालून रोमन वर्षास ३५५ दिवसांचें चांद्र वर्ष केलें. त्यानंतर ह्या चांद्र वर्षाचें सौर वर्ष करण्याच्या हेतूनें ख्रिस्तपूर्व ४५२ सालापासून एक टाकून दुसऱ्या वर्षी वर्षाच्या शेवटीं अनुक्रमें बावीस व तेवीस दिवस अधिक धरूं लागले. फेब्रुआरी महिना शेवटून निघून जानेवारीच्या पुढें आला तो ह्याच वेळीं. ह्या योगानें रोमन वर्ष सरासरी ३६६। दिवसांचें होऊन त्यांत सौर वर्षापेक्षां दर चार वर्षांमागें चार दिवस अधिक वाढूं लागले. म्हणून पुढें अधिक मासाचे दिवस वेळेवेळीं कमी जास्त करण्यांत येऊं लागले. परंतु वर्षाचे दिवस कमी अधिक करण्याचा अधिकार ज्यांच्याकडे होता ते त्याचा दुरुपयोग करूं लागल्यामुळें रोमन वर्षाचा सौर वर्षाशीं मेळ बसूं शकला नाहीं. ख्रिस्तपूर्व ४६ सालीं जूलिअस सीझरनें रोमन वर्ष व सौर वर्ष ह्यांत ९० दिवसांचें अंतर पडलेलें पाहून चालू वर्ष ४५५ दिवसांचें धरून त्यानें तें सौर वर्षाशीं मिळवून घेतलें, व 'क्विन्क्टिलिस' महिन्यास जुलै असें नांव देऊन जानेवारी, मार्च, मे, जुलै, सेप्टेंबर व नोव्हेंबर या महिन्यांचे प्रत्येकीं ३१ दिवस, व राहिलेल्या महिन्यांपैकीं फेब्रुवारीचे २९, बाकीच्यांचे ३० व दर चौथे वर्षी फेब्रुवारीचेहि ३० दिवस धरावे असें ठरविलें. जूलिअस सीझरनंतर ऑगस्टस बादशहा झाल्यावर त्यानें 'सेक्स्टिलिस' महिन्यास आगस्ट हें नवीन नांव देऊन त्याचे ३१ दिवस केले व फेब्रुवारीचे २८, सेप्टेंबर व नोव्हेंबर या महिन्यांचे प्रत्येकीं ३० व दिसेंबरचे ३१ दिवस करून दर चौथे वर्षी फेब्रुवारीचे २९ दिवस धरावे असा नियम केला. अशा रीतीनें पंचांगांत सुधारणा होऊन जें जूलियन वर्ष सुरु झालें तें ३६५। दिवसांचें झाल्यामुळें त्याचा सौर वर्षाशीं मेळ बसूं लागला. पुढें डायोनीसियस यानें इसवी सनाकरितां जें वर्ष घेतलें तें हेंच होय.

तथापि मध्यममानानें एका सौर वर्षांत ३६५ दिवस, ५ तास, ४८ मिनिटें व ४६ सेकंद असल्या कारणानें जूलियन वर्षहि सौर वर्षाहून ११ मिनिटें व १४ सेकंदांनीं मोठेंच होऊं लागलें. याचा परिणाम असा झाला कीं जूलियन पद्धत सुरू झाली त्या वेळीं वसंत ऋतूंतील जो क्रांतिसंपात तारीख

२५ मार्च रोजीं पडला होता तोच इ. स. ३२५ मध्यें नेसच्या कौन्सिलच्या वेळीं २१व्या तारखेस पडला व त्या वेळीं हीच तारीख क्रांतिसंपाताची धरावी असें ठरविण्यांत आलें. पुढें इसवी सन १५८२ सालीं १२ वा पोप ग्रेगरी यानें ख्रिस्ती पंचांगांत सुधारणा केली तेव्हां हा क्रांतिसंपात ता. ११ मार्च रोजीं ह्मणजे आणखी १० दिवस मागें गेलेला होता. म्हणून क्रांतिसंपाताचा काळ प्रत्यक्ष संपाताशीं जुळविण्याकरितां पोपनें सर्व यूरोपांत असें जाहीर केलें कीं, त्या सालच्या आक्टोबर महिन्याच्या ४ थ्या तारखेनंतरची ५ वी तारीख १५ वी तारीख समजावी, व पुढच्या वर्षांकरितां शतकांशिवाय इसवी सनाच्या ज्या वर्षांस चारानें व ज्या शतकांच्या वर्षांस चारशेंनें भाग जाईल तीं लीप वर्षे धरावीं-ह्मणजे त्यांच्या फेब्रुवारी महिन्याचे २९ दिवस धरावे. ही सुधारणा करूनहि इसवी सनाच्या वर्षांत थोडीशी चूक राहिलीच आहे. पण ती इतकी सूक्ष्म आहे कीं तिजमुळें ३३२० वर्षांनीं एक दिवसाचें अंतर पडणार आहे. तेंहि भरून काढतां यावें म्हणून असें सुचविण्यांत आलें आहे कीं, ४०००वें व ४००० चीं गुणक वर्षे लीप धरूं नयेत. पोपची ही आज्ञा इटली, स्पेन-पोर्तुगाल वगैरे रोमन सांप्रदायी राष्ट्रांनीं लागलीच मान्य केली. जर्मनी, इंग्लंड वगैरे प्रोटेस्टंट पंथी कांहीं राष्ट्रांनीं तीस आरंभीं विरोध केला; पण इ. स. १६९९सालीं जर्मनीनें वर्षाच्या शेवटचे दहा दिवस सोडून १७०० सालाचा आरंभ धरला व इंग्लंडनें इसवी सन १७५२सालीं सेप्टेंबर महिन्याच्या दुसऱ्या तारखेच्या पुढें १४वी तारीख धरून जुन्या जूलियन पद्धतीच्या जागीं ग्रेगोरियन पद्धति चालू केली. रशिया, ग्रीस वगैरे ग्रीक चर्चच्या राष्ट्रांनीं तर अगदीं अलीकडेच ह्या पद्धतीचा स्वीकार केला आहे. त्यापूर्वींच्या त्यांच्या कागदपत्रांत जूलियन व ग्रेगोरियन ह्या दोन्हींहि पद्धतींच्या तारखा आढळून येतात.

यूरोपीय राष्ट्रांतल्या जुन्या कागदपत्रांतील व तेथील मध्यकालीन इतिहासकारांच्या ग्रंथांतील कालगणना नीट समजण्याकरितां, वर सांगितलेल्या अधिक दिवसांच्या घोटाळ्याशिवाय आणखी एक दोन गोष्टी ध्यानांत ठेविल्या पाहिजेत. इसवी सनापूर्वींचीं वर्षे लिहिण्याची आपली व ज्योतिषी लोकांची रीत सारखी नाहीं. ज्याला इतिहासकार ख्रिस्तपूर्व पहिलें वर्ष म्हणतात त्यास ज्योतिषी लोक इसवी सन असें लिहितात; व त्याच्या पूर्वींच्या सालास ख्रिस्तपूर्व पहिलें वर्ष हें नांव देतात. या योगानें इतिहासकारांच्या गणनेंत ख्रिस्तपूर्व पहिलें, पांचवें, नववें इत्यादि जीं चाराचे गुणक नसलेलीं वर्षे लीप येतात तीं ज्योतिष्यांच्या गणनेंत तशीं येत नाहींत. वास्तविक पाहिलें असतां सीझरच्या सुधारणेचा अर्थ तत्कालीन लोकांस नीट न समजल्यामुळें ३६ वर्षांनीं ऑगस्टस बादशहा पंचांगांत पुन्हां सुधारणा करीपर्यंत ते चौथ्याच्या ऐवजीं तिसरेंच वर्ष लीप मानीत आले होत. या चुकीमुळें रोमन वर्ष तीन दिवस मागें पडलें होतें तें सौर वर्षाबरोबर आणण्यासाठीं ऑगस्टसनें अशी आज्ञा केली कीं, ३७व्या वर्षापासून ४८व्या वर्षाच्या अखेरपावेतों प्रत्येक वर्षी फेब्रुवारीचे २८च दिवस धरीत जावेत. यामुळें सीझरच्या पंचांगसुधारणेनंतरच्या ४८ वर्षांतील तारखांत ज्या चुका झाल्या त्या इतिहासकारांनीं आपल्या हिशेबांत मुळींच धरल्या नाहींत.

इसवी सनाचा प्रवर्तक डायोनीसिअस यानें त्या शकाचा आरंभ ख्रिस्तजन्मापूर्वींच्या मार्च महिन्यांतील २५व्या तारखेस—म्हणजे ख्रिस्तावतारप्रसिद्धीच्या दिवशीं धरला होता. ही पद्धत इटलींतील कांहीं संस्थानांत व पिसा येथें इ. स. १७४५पावेतों चालू होती व पोपच्या कांहीं आज्ञापत्रांतहि तिचाच पुरस्कार केलेला होता. ११ व्या शतकाच्या मध्यांत फ्रान्समध्येंहि ती चालू असल्याचा पुरावा सांपडला आहे. परंतु १० व्या शतकांतील फ्लोरेन्टाइन आदिकरून कांहीं बखरकारांनीं ख्रिस्तजन्मानंतरच्या २५ मार्चपासून शकारंभ धरलेला सांपडतो तर उलट पक्षीं दुसऱ्या कांहीं लेखकांनीं कोणीं मार्चच्या आरंभापासून, कोणीं जानेवारीच्या आरंभापासून, कोणीं ईस्टरपासून, कोणीं नाताळापासून व एका उदाहरणांत मार्चच्या १८व्या तारखेपासून-ह्मणजे वसंतसंपातापासून-वर्षारंभ धरल्याचें आढळून आलें आहे. खुद्द इंग्लंडमध्यें सातव्या शतकांत नाताळापासून वर्षारंभ धरण्याचा प्रघात पाडण्यांत आला व १३ व्या शतकांत तो अस्तित्वांत असल्याचीं चिन्हेंहि आढळून येतात. परंतु १२ व्या शतकांत तेथें २५मार्चपासूनहि वर्षारंभ धरण्यांत येऊं लागला होता व तीच रूढि पुढें वळावत जाऊन अखेर सार्वत्रिक झाली. इ. स. १७५२ मध्यें इंग्लंडनें ग्रेगोरियन पद्धतीचा पुरस्कार केला तेव्हांपासून २५ मार्चच्या जागीं जानेवारीची पहिली तारीख हा तेथें नेहमीं वर्षारंभदिवस मानीत आले आहेत. वर्षारंभदिवसाच्या फेरबदलामुळें इतिहासविषयक ग्रंथांत कशा प्रकारचा घोटाळा होतो याचें एक उदाहरण म्हटलें ह्मणजे जिला इंग्रज लोक आपल्या देशांतील १६८८ची राज्यक्रांति ह्मणतात तीच जर त्या वेळीं वर्षारंभ २५ मार्चच्या जागीं १ जानेवारीपासून असता तर १६८९ ची राज्यक्रांति म्हटली गेली असती.

संवत्सरात्मक कालगणना.— दीर्घ काळाच्या गणनेंत मनुष्याच्या गर्वानें अस्पृष्ट, कांहीं काळपर्यंत तरी कालक्रम दाखविण्यास समर्थ असणारी व हिंदुस्थानांत प्राचीन काळीं होती आणि जिचा अजूनहि उपयोग होतो अशी कालगणनापद्धति म्हटली म्हणजे संवत्सरांची होय. प्राचीन काळाच्या गोष्टींची तारीख काढतांना जसा निरनिराळ्या शककर्त्यांशीं प्रसंग येतो तसा संवत्सरांशींहि येतो. संवत्सर, तिथि व वार इतकी माहिती असली ह्मणजे आज आपणांस अचूक तारीख काढतां येईल. तथापि येथें एक लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं हिंदुस्थानांत संवत्सरपद्धती निरनिराळ्या दृष्टीस

पडतात. एक बार्हस्पत्य संवत्सर, दुसरें नुसतें संवत्सर व तिसरें ग्रहपरिवृत्ति संवत्सर.

बार्हस्पत्य संवत्सर.— बार्हस्पत्य संवत्सरें दोन प्रकारचीं आहेत. एक महाकार्त्तिकादि बारा वर्षांचें व दुसरें प्रभवादि साठ वर्षांचें चक्र आहे. यांतील दुसऱ्या चक्रास आपण व्यवहारांत नुसतें संवत्सर असेंच म्हणतों. पहिलें चक्र अजमासें बारा वर्षांत गुरूचें बारा राशींतून जें परिभ्रमण होतें त्यावर बसविलें असल्यामुळें चांद्रमासाप्रमाणें त्यांतील वर्षांस चैत्रवैशाखादि नांवें पडलेलीं आहेत. तथापि चांद्रमासांच्या व बार्हस्पत्य संवत्सरांच्या नांवांमध्यें घोटाळा होऊं नये म्हणून बार्हस्पत्य संवत्सराच्या नांवामागें कधीं कधीं 'महा' हा शब्द लाविलेलाहि आढळून येतो. राशींतील भ्रमणांत सूर्याची गति गुरूहून अधिक असल्यामुळें तो बहुधा दर वर्षी गुरूच्या जवळ येऊन पुढें निघून जातो. सूर्य गुरूच्या जवळ आला कीं गुरूचा अस्त होतो व तो त्याचा पुन्हां २५ पासून ३१ दिवसांनीं उदय होईपर्यंत तसाच राहतो. हा उदय ज्या वर्षी कृत्तिका किंवा रोहिणी नक्षत्रीं होतो त्यास कार्त्तिक किंवा महाकार्त्तिक, मृग किंवा आर्द्रा नक्षत्रीं होतो त्यास मार्गशीर्ष, पुनर्वसू किंवा पुष्य नक्षत्रीं होतो त्यास पौष, आश्लेषा किंवा मघा नक्षत्रीं होतो त्यास माघ, पूर्वा, उत्तरा किंवा हस्त नक्षत्रीं होतो त्यास फाल्गुन, चित्रा किंवा स्वाति नक्षत्रीं होतो त्यास चैत्र, विशाखा किंवा अनुराधा नक्षत्रीं होतो त्यास वैशाख, ज्येष्ठा किंवा मूळ नक्षत्रीं होतो त्यास ज्येष्ठ, पूर्वाषाढा किंवा उत्तराषाढा नक्षत्रीं होतो त्यास आषाढ, श्रवण किंवा धनिष्ठा नक्षत्रीं होतो त्यास श्रावण, शततारका, पूर्वाभाद्रपदा किंवा उत्तराभाद्रपदा नक्षत्रीं होतो त्यास भाद्रपद व रेवती, अश्विनी किंवा भरणी नक्षत्रीं होतो त्यास आश्विन म्हणतात [वाराही संहिता अध्याय ८ श्लोक १-२]. बारा वर्षांत गुरूचे अस्तोदय फक्त ११च होत असल्यामुळें तेवढ्या अवधींत एका बार्हस्पत्य संवत्सराचा क्षय होतो. ख्रिस्तपूर्व सातव्या शतकापूर्वींच्या शिलालेखांत व दानपत्रांत बार्हस्पत्य संवत्सर दिलेलें पहावयास मिळतें [कोटगांव शिलालेखांतील महाचैत्र संवत्सर (रि. रा. म्यु. अ. इ. स. १९१६-१७ पा. २), परिव्राजक हस्तिन्‌च्या लेखांतील महा आश्वयुज संवत्सर (फ्ली. गु. इं. पा. १०२), मृगेशवर्म्याच्या दानपत्रांतील पौष संवत्सर (इं. अँ. पु. ७. पा. ३५) इत्यादि]. त्यानंतर व्यवहारांत त्याचा प्रचार राहिला नाहीं, पण पंचांगांत मात्र त्याचें नांव देण्याचा प्रघात आहे.

संवत्सरः—आपल्या पंचांगांत शालिवाहन शकाबरोबर जें संवत्सर देण्यांत येतें तें साठ वर्षांचें एक चक्र आहे. ह्या साठ संवत्सरांचीं नांवें म्हटलीं म्हणजे (१) प्रभव, (२) विभव, (३) शुक्ल, (४) प्रमोद, (५) प्रजापति, (६) अंगिरा, (७) श्रीमुख, (८) भाव, (९) युवा, (१०) धाता, (११) ईश्वर, (१२) बहुधान्य, (१३) प्रमाथी, (१४) विक्रम, (१५) वृष, (१६) चित्रभानु, (१७) सुभानु, (१८) तारण, (१९) पार्थिव, (२०) व्यय, (२१) सर्वजित्, (२२) सर्वधारी, (२३) विरोधी, (२४) विकृति, (२५) खर, (२६) नंदन, (२७) विजय, (२८) जय, (२९) मन्मथ, (३०) दुर्मुख, (३१) हेमलंब, (३२) विलंबी, (३३) विकारी, (३४) शर्वरी, (३५) प्लव, (३६) शुभकृत्, (३७) शोभन, (३८) क्रोधी, (३९) विश्वावसु, (४०) पराभव, (४१) प्लवंग, (४२) कीलक, (४३) सौम्य, (४४) साधारण, (४५) विरोधकृत्, (४६) परिधावी, (४७) प्रमादी, (४८) आनंद, (४९) राक्षस, (५०) अनल, (५१) पिंगल, (५२) कालयुक्त, (५३) सिद्धार्थी, (५४) रौद्र, (५५) दुर्मति, (५६) दुंदुभि, (५७) रुधिरोद्गारी, (५८) रक्ताक्ष, (५९) क्रोधन व (६०) क्षय हीं होत. आपल्याकडे म्हणजे नर्मदा नदीच्या दक्षिणेस असलेल्या हिंदुस्थान देशाच्या सर्व भागांत कलियुगाचें प्रथम वर्ष प्रमाथी संवत्सर होतें असें मानण्यांत येतें व दर वर्षी चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून नवीन संवत्सराचा आरंभ धरला जातो. अशा रीतीनें क्रमशः क्षय संवत्सरापावेतों येऊन एक चक्र पूर्ण झालें कीं पुन्हां प्रभव संवत्सरापासून आरंभ होतो.

वास्तविक पाहिलें असतां संवत्सर हें बार्हस्पत्य वर्ष आहे. 'बृहस्पतेर्मध्यमराशिभोगात्संवत्सरं सांहितिका वदन्ति' अशी भास्कराचार्यांनीं सिद्धांतशिरोमणींत संवत्सर ह्या शब्दाची व्याख्या दिली आहे. म्हणजे मध्यममानानें गुरु हा एका राशींत जितके दिवस राहतो तेवढ्या काळास बार्हस्पत्य संवत्सर किंवा संवत्सर असें म्हणतात. बार्हस्पत्य संवत्सरांत ३६१ दिवस, २ घटिका व ५ पळें असतात. परंतु सौर वर्ष हें ३६५ दिवस, १५ घटिका, ३१ पळें व ३० विपळांचें असल्यामुळें ८५ सौर वर्षांत बार्हस्पत्य संवत्सराचीं ८४ वर्षेंच होतात. नर्मदेच्या उत्तरेकडील हिंदुस्थानच्या भागांत संवत्सराचा आरंभ तत्वतः गुरूच्या संक्रमणापासूनच मानण्यांत येतो; परंतु व्यवहारांत मात्र चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासूनच नवीन संवत्सर सुरु होतें असें समजलें जातें. उदाहरणार्थ, छुंथालाल ज्योतिषरत्नकृत राजपुतान्याच्या चैत्रादि विक्रमसंवत् १९७५ सालच्या पंचांगावर प्रमोद संवत्सर लिहिलें होतें व त्या सालच्या चैत्रापासून फाल्गुनापर्यंत तेथें सर्वत्र प्रमोद संवत्सरच मानण्यांत आलें. परंतु त्याच पंचांगांत असेंहि लिहिलें आहे कीं, मेषार्काच्या वेळीं म्हणजे चैत्र शुद्ध तृतीयेस ह्या संवत्सराचे १० महिने १६ दिवस, ४२ घटिका व १५ पळें लोटलीं असून बाकी फक्त १ महिना, १३ दिवस, १७ घटिका, व ४५ पळेंच शिल्लक राहिलीं आहेत. अर्थात्, विक्रम संवत् १९७५ च्या बारा महिन्यांपैकीं १०॥ महिने प्रजापति संवत्सराचे असतांहि तें सर्व वर्ष प्रमोद संवत्सराचेंच मानलें गेलें. अशा रीतीनें जेव्हां एक वर्षाचा फरक पडतो तेव्हां एका संवत्सराचा क्षय झाला असें समजून त्याच्या पुढचें संवत्सर मानण्यांत येतें व सौर वर्ष व बार्हस्पत्य संवत्सर यांची पुन्हां

सांगड घालून दिली जाते. कलियुगाच्या प्रथम वर्षी कोणतें संवत्सर मानावें याविषयीं उत्तर हिंदुस्थानांत मतभेद आहे. वराहमिहिराच्या मतें तें विजय आहे, पण 'ज्योतिषतत्त्व' पुस्तकाचा कर्ता प्रभव संवत्सरापासूनच कलियुगास आरंभ झाला असें समजतो. शालिवाहन शक दिला असतां त्यावरून बार्हस्पत्य संवत्सर काढण्याची वराहमिहिरानें अशी रीत सांगितली आहे कीं, 'गतानि वर्षाणि शकेन्द्रकालाद्धतानि रुद्रैर्गणयेच्चतुर्भिः । नवाष्टपंचाष्टयुतानि कृत्वा विभाजयेच्छून्यशरागरामैः । फलेन युक्तं शकभूपकालं संशोध्य षष्ट्या...... शेषाः क्रमशः समाः स्युः (अध्याय ८, श्लोक २०–२१). म्हणजे, शालिवाहनशकाच्या गत वर्षांस ११ नें गुणून आलेल्या गुणाकाराची चौपट करावी व मग तींत ८५८९ मिळवून जी बेरीज येईल तीस ३७५० नें भागावें; नंतर भागाकारांत शालिवाहन शकाचीं गत वर्षे मिळवून आलेल्या बेरजेस ६० नें भागून जी बाकी राहील तो आंकडा प्रभवादि संवत्सरांच्या गत वर्षांचा निदर्शक होय. अर्थात् त्यामध्यें आणखी एक मिळविला असतां तो चालू संवत्सराचा अनुक्रमांक दाखवितो. दक्षिणेकडील संवत्सराचा गुरूच्या गतीशीं कांहींहि संबध नसल्यामुळें त्यांत क्षय संवत्सराची भानगड नाहीं व म्हणून इकडील संवत्सर काढण्याकरितां शालिवाहन शकाच्या गत वर्षांत १२ मिळवून बेरजेस साठानें भागावें म्हणजे राहिलेली बाकी वर्तमान संवत्सराचा अनुक्रमांक दाखविते.

उत्तर हिंदुस्थानांत शिलालेखादि प्राचीन लेखांत बार्हस्पत्य संवत्सर दिल्याचीं उदाहरणें फारच थोडीं आढळतात. दक्षिण हिंदुस्थानांत मात्र त्याचा प्रचार पूर्वीपासूनच अधिक होता. प्रभवादि संवत्सर दिल्याचें सर्वांत जुनें उदाहरण दक्षिणेंतील मंगळेश (इ. स. ५९१–६१०) नामक चालुक्य राजाच्या बदामीच्या स्तंभावरील लेखांत सांपडत असून त्यांत दिलेला संवत्सर सिद्धार्थी आहे [इं. अँ. पु. १९ पा. १८ जवळील आकृतिपट].

ग्र ह प रि वृ त्ति सं व त्स र.—ग्रहपरिवृत्ति संवत्सर हें एक ९० वर्षांचें चक्र आहे. यांत वर्तमान वर्ष चालू ग्रहपरिवृत्ति संवत्सराच्या चक्रांतील कितवें वर्ष आहे तें दर्शविणारा आंकडाच केवळ लिहिण्याचा प्रघात असून, एका चक्राचीं ९० वर्षे पुरीं झाल्यावर पुन्हां पहिल्यापासून संवत्सराची गणना सुरू होते. ह्या संवत्सराचा प्रचार मद्रास इलाख्याच्या मदुरा जिल्ह्यांतच बहुतेक आढळून येतो. त्याची कालगणना वर्तमान कलियुग संवत् ३०७९ (ख्रि. पू. २४) ह्या वर्षापासून सुरू झाली असें म्हणतात. वर्तमान कलियुग संवतांत ७२ किंवा वर्तमान शालिवाहन शकांत ११ मिळवून व आलेल्या बेरजेस नव्वदानें भागून जी बाकी राहते ती ह्या संवत्सराचें वर्तमान वर्ष असते.

हिंदुस्थानांतील चांद्र व सौर वर्षें.—मनुष्य सुशिक्षित होऊन कालगणना करूं लागल्यानंतर त्याला एक क्रिया करावी लागते ती ही कीं, दुसऱ्या लोकांच्या कालगणना आपल्या कालगणनेशीं मिळत्या करून घेणें. कालगणनेमध्यें वर्षे किंवा मास मोजण्यास अगोदर सुरवात झाली आणि प्रारंभबिंदू मागाहून उत्पन्न झाले. दोन कालगणनांची जुळवाजुळव करावयाची, या बाबतींतील मोठा परिश्रम म्हटला म्हणजे सौर आणि चांद्र वर्षपद्धतींची जुळणी करणें हा होय. या पद्धतीचे प्रयत्न फार प्राचीन काळापासून चालू आहेत, व आजहि संपले आहेत असें नाहीं. याविषयीं विवेचन व पंचांगविषयक आज चालू असलेले वाद यांची माहिती पुढें 'पंचांगशोधन' या लेखांत सांपडेल.

चांद्र व सौर या दोन कालगणना मिळत्या करून घेण्याचे प्रसंग अत्यंत प्राचीन राष्ट्रांत आणि प्राचीन पद्धतींतहि दिसून येतात. आणि या प्रसंगांचें कारण वर्षे सूर्यावरून मोजावीं कीं चंद्रावरून मोजावीं यासंबंधानें विकल्प होय. चंद्राच्या साहाय्यानें महिने मोजण्यास सोपे, व वर्षे मोजण्यास सूर्य अधिक उपयोगी यामुळें दोन प्रकारचीं वर्षे येणार; आणि तीं मिळतीं करून घ्यावीं लागणार. आपल्याकडे दोन्ही प्रकारच्या वर्षांचा प्रचार आहे.

सौ र व र्षः—सूर्यास मेषापासून मीनपावेतोंच्या बारा राशींचा उपभोग घेण्यास म्हणजे त्यांतून परिभ्रमण करण्यास जेवढा वेळ लागतो त्यास सौर वर्ष असें म्हणतात. पंचसिद्धांतिकेंतील मूल सूर्यसिद्धांताप्रमाणें एका सौर वर्षांत ३६५ दिवस, १५ घटिका, ३१ पळें व ३० विपळें असतात. पण या संबंधांत मतभेद असल्यामुळें ह्या काळ अगदीं बरोबर आहे असें मात्र मानितां येत नाहीं. सूर्याचें एका राशींतून दुसऱ्या राशींत जें संक्रमण होतें त्यास संक्रांति असें म्हणतात. ज्या राशींत सूर्य प्रवेश करितो त्या राशीचें नांव संक्रांतीस देण्यांत येत असतें. उत्तरेस, बंगाल्यांत व पंजाबांत आणि दक्षिणेस मलबारपासून कन्याकुमारीपर्यंत व तिन्नवेल्लि जिल्ह्यांत व्यवहारांत सौर वर्षाचा उपयोग करण्यांत येतो. त्याचे महिनेहि सौरच असतात—म्हणजे एका संक्रांतीपासून दुसऱ्या संक्रांतीपर्यंत एक महिना समजला जातो. सौर महिन्यास बहुधा ज्या राशींत सूर्य असतो त्या राशीचेंच नांव दिलेलें असतें. तिन्नवेल्लि जिल्ह्यासारख्या कांहीं ठिकाणीं मात्र सौर महिन्यास राशीचीं नांवें न देतां मेष महिन्यास वैशाख, वृषभ महिन्यास ज्येष्ठ, याप्रमाणें चैत्रादि व्यावहारिक नांवेंच दिलेलीं आढळतात. सौर मासांत तिथींच्या ऐवजीं एक, दोन, तीन या प्रमाणें २९, ३०, ३१ किंवा ३२ दिवस असतात. बंगाल्यांतील लोक संक्रांतीच्या दुसऱ्या दिवसास महिन्याचा पहिला दिवस धरतात; परंतु पंजाब वगैरे उत्तरेकडील डोंगराळ मुलखांत संक्रमण दिवसा झाल्यास तोच दिवस, व रात्रीं झाल्यास दुसरा दिवस, नवीन महिन्याचा प्रथम दिवस समजतात.

सामान्यतः हिंदू लोकांच्या पंचांगांत मासगणना चांद्र व वर्षगणना सौर असते. चांद्र मासाची व सौर वर्षाची सांगड घालून देण्याकरितां ज्या चांद्र मासांत मेषसंक्रांति होईल तो

चैत्र, वृषभ संक्रांति होईल तो वैशाख अशा रीतीनें चांद्र मासास नांवें देऊन ज्या महिन्यांत संक्रांति येणार नाहीं त्यास नं झालेल्या संक्रांतीच्या नांवाचा अधिक मास किंवा मलमास धरतात, व एखाद्या महिन्यांत दोन संक्रांती आल्यास एका महिन्याचा क्षय झाला असें मानतात, वगैरे माहिती पंचांगासंबंधीं विवेचन करतांना अगोदर देण्यांत आलीच आहे (ह्याच विभाग पृ. ९७ पहा).

चांद्रवर्ष.—दोन चांद्र पक्षांचा एक चांद्र मास होतो व अशा बारा चांद्र महिन्यांचें एक चांद्र वर्ष होतें. नर्मदा नदीच्या उत्तरेकडील हिंदू लोकांचा चांद्र मास पौर्णिमांत असतो. परंतु नर्मदेच्या दक्षिणेकडील लोकांप्रमाणें उत्तरहिंदुस्थानांतील लोकांतहि आरंभीं चांद्रमास अमांतच असला पाहिजे. कारण, अद्यापहि उत्तर हिंदुस्थानांत वर्षाचा व अधिक महिन्याचा आरंभ शुद्ध प्रतिपदेपासूनच धरण्यांत येत असतो; व दक्षिण हिंदुस्थानांतील लोकांप्रमाणें तेहि अमावास्येकरितां ३० चाच आंकडा लिहीत असतात. मुसुलमानांच्या चांद्र मासाचा आरंभहि चंद्रदर्शनापासून म्हणजे बहुधा शुद्ध द्वितीयेपासूनच होत असतो. पौर्णिमांत व अमांत चांद्र मासांच्या कालगणनेंतील फरक काय असतो याचें स्पष्टीकरण पृष्ठ ९८ वर अगोदर केलेलेंच आहे. सूर्यसिद्धांताप्रमाणें एका चांद्र वर्षांत ३५४ दिवस, २२ घटिका, १ पळ व २४ विपळें असतात. आपणां हिंदू लोकांत मास, पक्ष व तिथि यांची गणना चांद्रमानाप्रमाणेंच होत. परंतु सौर वर्षापेक्षां चांद्र वर्षांत १० दिवस, ५३ घटिका, ३० पळें व ६ विपळें कमी असल्यामुळें सौरमानांत व चांद्रमानांत ३२ महिन्यांमध्यें एका महिन्याचा फरक पडतो. तो भरून काढून व चांद्रमानाची सौरमानाशीं सांगड घालून चांद्र मासाचा व ऋतूंचा संबंध कायम राखण्याकरितां अधिकमास व क्षयमास धरण्याची पद्धत सुरू केली गेली. या योजनेमुळें मुसुलमानांच्या चांद्र वर्षांतील वाटेल तो महिना जसा वाटेल त्या ऋतूंत येऊं शकतो व १०० सौर वर्षांत त्यांच्या चांद्र वर्षांची जशीं अजमासें ३ वर्षें २४ दिवस व ९ घटिका वाढतात, तसा कांहीं प्रकार आपल्या हिंदू चांद्रसौर वर्षांत होत नाहीं. बंगाल, पंजाब, मलबार वगैरे कांहीं प्रांतांत शुद्ध सौरगणना प्रचलित आहे; पण हिंदू श्राद्धव्रतादि धर्मकार्यें तिथींच्या अनुरोधानेंच होत असल्यामुळें तेथेंहि पंचांगांत सौर दिवसांबरोबरच चांद्र महिने, पक्ष, तिथी वगैरे नमूद करण्याची व्यवस्था करावी लागते.

निरनिराळ्या शकांपासून इष्ट शक आणि इष्ट तारीख कशी काढावी तें ठरलें व तदनुरूप जंत्र्या तयार झाल्या, वर्षें ठरलीं, कालगणनेस प्रारंभबिंदु ठरला, तरी तेवढ्यानें कालगणनेचा प्रश्न सरत नाहीं. पद्धतशीर प्रारंभबिंदु स्थापन होण्यापूर्वी झालेल्या इतिहासाला कोणती कालगणना वापरावी हा प्रश्न शिल्लक राहतोच. या प्रश्नावर अर्वाचीन संशोधकांकडून जो परिश्रम केला गेला त्याशीं वाचकांचा परिचय पाहिजे.

कालनिर्णयशास्त्र.—लेखनकलेचा उदय होण्यापूर्वी गत गोष्टींची आठवण दीर्घकालपर्यंत राहण्याचीं कांहींच साधनें नव्हतीं. ज्या गोष्टींमुळें तत्कालीन लोकांच्या शारीरिक सुखदुःखांवर चिरस्थायी परिणाम होत असे अशा, किंवा अन्य कारणांमुळें ज्यांचा पगडा लोकांच्या मनावर बसे अशा गोष्टी दंतकथा म्हणून शतकेंची शतकें रूढ होऊन वसत. पुढें लेखनकला उदय पावली आणि गत गोष्टींनां स्पष्ट आणि शाश्वत स्वरूप देतां येऊं लागलें. परंतु जगाच्या प्राथमिक युगांत कालावधिनिर्णय सूक्ष्म रीतीनें करतां येत नसे. राजकीय बाबतींत जसजशी प्रगति होऊं लागली आणि समाजाचा जेव्हां विकास होऊं लागला तेव्हां महत्त्वाच्या घडामोडींची कालक्रमवार नोंद ठेवणें जरूर पडलें.

ऐतिहासिक लेखांचा नाश.—अशा तऱ्हेची नोंद करण्याचे जे प्रयत्न अगदीं आरंभीं झाले ते बहुतेक काळाच्या किंवा काळपुरुषांच्या तावडींत सांपडून नष्ट झाले. ड्रुइड लोकांच्या दंतकथा आणि ग्रीक, एट्रुस्कन, रोमन वगैरे लोकांचे लेख ह्यांचा सत्यनाश झाला. सवादोन हजार वर्षांपूर्वी एका चिनी बादशहानें तत्कालीन ग्रंथ जाळून टाकिले आणि एका स्पॅनिश झोटिंगानें मॅंटिझुमा येथील चित्रसंग्रह धुळीस मिळविला. हेलॅनिकस् (ख्रि. पू. ५ वें शतक), जगाचा इतिहास लिहिण्याचा प्रथम प्रयत्न करणारा एफोरस (ख्रि. पू. ४ थें शतक) आणि ऑलिम्पचतुर्थक कालमान धरून सिसिलीचा इतिहास लिहिणारा टायमिअस ह्यांच्या अस्सल ग्रंथांची आजमितीस कांहींच माहिती उपलब्ध नाहीं. तदुत्तरकालीन लेखकांनीं जीं अवतरणें त्यांच्या ग्रंथांतून उद्धृत केलीं आहेत त्यांवरून वरील त्रयीबद्दल कांहीं जुजबी माहिती मिळते.

बाबिलोनचा रहिवाशी आणि इतिहासकार बेरोसस (ख्रि. पू. ३ रें शतक) आणि ग्रीकमध्यें इजिप्तचा इतिहास लिहिणारा मॅनेथो (ख्रि. पू. ३ रें शतक) ह्यांच्या ग्रंथांचे फक्त अवशेष आज उपलब्ध आहेत; आणि ते अवशेष देखील सर्वथा विश्वसनीय आहेत असें नाहीं. एरॅटोस्थेनिस (ख्रि. पू. २ रें शतक, उत्तरार्ध) हा अलेक्झॅंड्रियन ग्रंथसंग्रहाचा संग्राहक म्हणून तर प्रसिद्ध आहेच परंतु त्याच्या "कालनिर्णायिका" (क्रॉनोग्राफिया) नांवाच्या ग्रंथामुळें त्याला कालनिर्णयशास्त्राचा प्रणेता किंवा आद्यप्रवर्तक ही पदवी प्राप्त झाली. ह्याचें पुष्कळसें लिहिणें निवळ अजमासी तऱ्हेचें आहे आणि अजमास कितीहि अस्सल दर्जाचा असला तरी त्याला आधार म्हणून जमेस धरतां येत नाहीं. ॲपोलोडरस (ख्रि. पू. २ऱ्या शतकाचा मध्य) ह्यानें ट्रॉयचा पाडाव हा आरंभबिंदु मानून आपल्या काळापर्यंतचा छंदोबद्ध इतिहास लिहिला आहे.

कालमापनाच्या प्रारंभबिंदूंची विविधता.—आधारभूत कागदपत्रांचा अभाव अगर अपुरेपणा ही एक अड-

चण तर खरीच, पण त्यापेक्षां जास्त जबरदस्त अडचण कालमापनाच्या आरंभबिंदूची आहे. एके ठिकाणीं राजपरंपरेप्रमाणें कालमापन केलें जाई तर दुसऱ्या एखाद्या ठिकाणीं दर वर्षी बदलणाऱ्या न्यायाधिशांच्या कारकीर्दीवरून कालमापन ठरविण्यांत येई. अशा पिढ्या मोजून कालमापन करणें हें आज चमत्कारिक दिसतें. वर्षगणना किती सोईची आहे हा साधा विचार एरॅटोस्थेनिसच्या पूर्वी कोणाला सुचला नाहीं ही गोष्ट मात्र खरी.

पहिल्या प्रथम शकाच्या अभावीं कालनिर्णयाचा गोंधळ उडे, तर पुढें पुढें तो गोंधळ शकाच्या विविधतेमुळें माजूं लागला. परंतु लोकांच्या संकुचित संघांचा जसजसा जास्त रावता पडूं लागला आणि दळणवळण वाढूं लागलें, तसतशी एक सर्वसामान्य शक असण्याची अवश्यकता सर्वांस पटूं लागली.

पुरातन कालच्या विविध शकांमध्यें बाबिलोनियन, ग्रीक आणि रोमन हे महत्त्वाचे शक आहेत. बाबिलोनियामधील नॅबोनमरचा शक ख्रि. पू. ७४७ ह्या वर्षी सुरू होतो. ग्रीक लोकांतील ऑलिंपचतुर्थक पद्धति ख्रि. पू. ७७६ ह्या वर्षी सुरू झाली. रोमन लोकांत रोमच्या स्थापनेचें वर्ष हें आरंभवर्ष मानत त; आणि हें वर्ष कोणतें यावद्दल वाद असला तरी ७५३ (ख्रि. पू.) हें सांल साधारणपणें ग्राह्य मानिलें जातें. हे तीनहि शक जवळ जवळ समकालीन आहेत. ह्यांपैकीं ऑलिंपचतुर्थक पद्धति जरी नांवाला ख्रि. पू. ८व्या शतकांत सुरू झाली तरी वस्तुतः टायमिअसच्या वेळेपर्यंत ती प्रचारांत आली नव्हती. रोमन पद्धति प्रचारांत केव्हां आली हें अज्ञात आहे. तिसरी पद्धति मात्र सुरू झाल्यावरोवर तिचा प्रचार देखील जारीनें झाला.

यूरोपांत ख्रिस्ती धर्माच्या संस्थापनेनंतरहि देशवारी, प्रांतवारी अगर धर्मवारी अनेक पद्धती पूर्ववत् चालू राहिल्यामुळें पूर्वीचा घोटाळा तसाच कायम राहिला. एका शकाला सुरुवात झाली कीं शकवर्षाची संख्या वाढूं लागते. अडाणी लोकांत 'विसां'च्या भाषेंत मोठ्या संख्या सांगतात त्याप्रमाणेंच यूरोपांतील अडाणी लोक ह्या वाढत्या शक वर्षांची संख्या नियमित वर्षांच्या कालावधीनें मापूं लागले. असे पुष्कळ कालावधी अगर कालमापनचक्रें यूरोपांत रूढ झालीं. सौरमानपद्धति आणि चांद्रमानपद्धति ह्यांमुळें उद्भवणारा घोटाळा टाळण्याकरितां ह्यांची मुख्यतः योजना असे. अन्यथा संशयग्रस्त अशा कालनिर्णयविषयक मुद्द्यांचा निकाल लावण्याच्या कामीं ह्यांचा फार उपयोग होतो.

ऐतिहासिक सत्याचा सांप्रदायिक कल्पनेवर विजय.—व्हिक्टोरिया महाराणी राज्यारूढ झाली तोंवर ख्रि. पू. ४००४ हें विश्वोत्पत्तीचें वर्ष मानलें जाई. आजहि जरी हा आंकडा बायवलांत आढळतो, तरी जगाची आणि मानवाची उत्पत्ति लाखों वर्षांमागें झाली असली पाहिजे ही गोष्ट सर्वसंमत आहे. बायबलांतील गोष्टींत ऐतिहासिक सत्य यथातथाच आहे असें म्हणून त्यांच्या प्रामाण्याविषयीं साशंकवृत्ति दाखविणें एके काळीं धर्मलंडपणाचें लक्षण मानिलें जाई. परंतु पुष्कळ वादविवाद होऊन नवीन मताला चांगली शाश्वति आणि बळकटी आली आहे.

पुराणवस्तुशास्त्र आणि त्याच्या अंगभूत असलेलीं मानुष्यकशास्त्र आदिकरून आधुनिक शास्त्रें ह्यांचा प्रस्तुत विचारक्रांतीवर फार परिणाम झाला. १८व्या शतकाच्या शेवटच्या चरणांत जेम्स हटन ह्यानें ह्या विचाराला चालना दिली. इंग्लंडमध्यें विल्यम स्मिथ आणि फ्रान्सांत कुव्हर ह्या उभयतांनीं ह्या मताचा प्रसार केला. सर चार्लस लायल ह्याच्या "भूस्तरशास्त्राचीं प्रमेयें" आणि "मानवी पुरातनत्व" ह्या ग्रंथांच्या जोडीनें पुराणमताभिमानी लोकांमध्यें जोराची खळवळ उडवून दिली. नवीन माहितीच्या माऱ्यापुढें, जुन्या मतांचें समर्थन करण्याचा पुराणमताभिमानी लोकांचा अट्टहास टिकूं शकला नाहीं.

असुरियांतील इतिहाससंशोधन.— व्हिक्टोरियाच्या कारकीर्दीच्या आरंभीं इजिप्त, आशियामायनर वगैरे देशांबद्दल गाढ अज्ञान होतें. इजिप्तच्या इतिहासाचीं साधनें टॉमस यंग वगैरे मंडळीच्या श्रमानें उपलब्ध झालीं होतीं खरीं; पण त्या साधनांचा उपयोग करून त्यांतलि निगूढार्थ उकलणें फार प्रयासाचें काम होतें. ह्या देशांच्या ऐतिहासिक माहितीची तहान बायबलमधील तुटपुंजी माहिती आणि हेरोडोटस आणि डायोडरस वगैरे लेखकांचीं त्रोटक वृत्तें ह्यांवर भागवावी लागे. ह्या राष्ट्रांची चिरनष्ट माहिती आपल्याला पुढें मागें मिळेल असें भाकीत त्या वेळीं वेडगळपणांत मोडलें असतें. पण त्या वेळीं जें अशक्य वाटलें असतें तें लवकरच बोटा ह्या फ्रेंच गृहस्थाच्या आणि सर हेन्री लेअर्ड ह्या इंग्रजाच्या शोधांमुळें शक्य होत चाललें. प्राचीन निनिव्हि शहराच्या जवळ खणीत असतां त्यांनां ज्या वस्तू सांपडल्या त्यांवरून या पूर्वकालीन लोकांची कलाकुसरीच्या गोष्टींत किती प्रगति झाली होती हें तर प्रत्ययास आलेंच; परंतु लवकरच त्यांचीं मोठीं पुस्तकालयेंहि सांपडलीं. ह्या पुस्तकालयांत जीं पुस्तकें उपलब्ध झालीं तीं मातीच्या विटांच्या रूपांत होतीं. या विटांची माती ओली असतांना त्यांवरील अक्षरें खोदलेलीं असून पुढें विटा भाजण्यांत आल्या तेव्हां तीं अक्षरें चिरस्थायी झालीं. ही काहींतरी विशिष्ट लिपि आहे हें सर्वांनां पटे, परंतु त्या पुस्तकांतील मजकुराचा आगापिछा कोणासच कळेना. "इतकी जुनी लिपि, तिचा प्रचारहि मोडलेला, आतां कसचा त्याचा उलगडा लागतो" असें म्हणून कित्येक शंकावाचस्पती पाय गाळीत.

परंतु हें गूढ शेवटीं उलगडलें. असुर लोकांच्या वर्णमालेंत आडवीं, उभीं किंवा तिरपीं चिन्हें होतीं. वर्णसंख्या जवळजवळ पांचशें असून प्रत्येक वर्णाचे किमानपक्षीं दोन निरनिराळे उच्चार होत. ह्यामुळें नवशिक्याला ही लिपि फारच दुर्बोध होई. पर्शियन लोकांनीं वरील दोष काढून

असुर लोकांची लिपीच चालू केली होती. जर्मन व्युत्पत्तिशास्त्रज्ञ ग्रोटफिंड ह्यानें पर्सिपोली येथील कांहीं शिलालेखांचा अर्थ करतांना पर्शियन भाषेतील कांहीं वर्णांचे तरजुमे केले होते. निनिव्हि येथील ग्रंथसंग्रह जेव्हां सांपडला त्या वेळीं ग्रोटफिंडचे अनुयायी त्याचा शोध पूर्णावस्थेस नेत होते. पश्चिम इराणांत बेहिस्तान येथें एक तीन लिपींत लिहिलेला शिलालेख सांपडला आहे. डायोडरस ह्या इतिहासकारानें हा शिलालेख निनिव्हींच्या सेमिरामिस राणीचा आहे असें म्हटलें आहे, पण वास्तविक तो दारिअस राजाचा आहे. ह्या शिलालेखाची एक लिपि पर्शियन आणि दुसरी असुरी आहे. ह्या पर्शियन आणि असुरी लेखांचा मजकूर एकच आहे असें अनुमान काढण्यांत आलें. सर हेनरी रॉलिन्सन ह्याच्या परिश्रमानें शेवटीं असें आढळून आलें कीं ह्या पर्शियन शिलालेखांत विशेषनामांचा भरणा बराच आहे. विशेषनामांत भाषाभिन्नत्वामुळें फारसा फरक होत नाहीं, ही गोष्ट अनुभवसिद्ध असल्यामुळें साहजिकच असें ठरलें कीं पर्शियन शिलालेखांतील विशेषनामें असुरी भाषेतल्या शिलालेखांत तशींच किंवा जवळजवळ तशींच आलीं असलीं पाहिजेत. ह्या सूचनेमुळें बऱ्याचशा असुरी वर्णांचे उच्चार कळून चुकले आणि असें ठरलें कीं असुरी भाषा सेमेटिक भाषासमुच्चयांतील असून तिचें हिब्रू भाषेशीं बरेंच साधर्म्य आहे.

ही माहिती जमेस धरून सर हेन्री रॉलिन्सन वगैरेंनीं आपले शोध पुढें चालविले; आणि ह्या मंडळींच्या परिश्रमानें असुरी भाषेचें व लिपीचें शास्त्र तयार होऊन त्या भाषेंत व लिपींत कांहीं विशेष बाऊ नाहीं हें लोकांनां पटलें. असुरी भाषेच्या खांचाखोंचा हुडकून काढणें आणि त्या भाषेच्या व्याकरणाची मांडणी कशी आहे हें ठरविणें हीं कामें करण्यासाठीं दिवसानुदिवस अधिकाधिक लोक पुढें सरसावत आहेत.

काम व्हावयाचें पुष्कळ असलें तरी झालेल्या श्रमांमुळें ह्या कीलाकृति लेखांचीं भाषांतरें करतां येऊं लागलीं आहेत. बोटा, लेअर्डप्रभृति लोकांनीं जमविलेल्या साधनांत वरचेवर भर पडत आहे. असुरियापेक्षां प्राचीन अशा बाबिलोनी आणि खाल्डी लेखांची भर यूरोप आणि अमेरिका खंडांतील संग्रहालयांत वारंवार पडत चालली आहे. ह्या सर्वांचा परिणाम असा झाला आहे कीं, पौरस्त्य इतिहासाबद्दलच्या पूर्वीच्या कल्पना पार पालटून गेल्या. हजारों वर्षांपूर्वी घडलेल्या घालमेलींची तत्समकालीन लोकांनीं लिहिलेली खडानखडा बरोबर माहिती मिळाली. पूर्वी ज्यांचा मागमूस देखील नव्हता अशा गोष्टींची संगति जुळून त्यांचे काल मुकरर ठरले. बऱ्याच ठिकाणीं कालनिर्णयाबद्दल वाद आहे व पुष्कळ वेळां हकीकतींत तुटकपणा वाटतो, हें खरें. जों जों जास्त मागें जावें तों तों घोटाळा वाढत जातो आणि खाल्डियाच्या पूर्वेतिहासाबद्दल तर फारच अनिश्चितपणा आहे. सारगॉन राजा हा पूर्वी पुराणांत गुरफटला होता पण आतां त्याच्या कालापर्यंत म्हणजे ख्रि. पू. ३८०० वर्षांपर्यंतच्या पुष्कळ गोष्टींबद्दल खात्रीलायक बोलतां येतें. ब्रिटिश संग्रहालयांतील कित्येक वस्तू ख्रि. पू. ४५०० वर्षांच्या आहेत आणि पेन्सिलव्हानिया विश्वविद्यालयांतील संशोधकांनीं मातीच्या जमलेल्या थरांवरून असें ठरविलें आहे कीं सुमारें ९००० वर्षांमागें मेसापोटेमियांत बरीच सुधारणा झाली होती.

इजिप्तमधील इतिहाससंशोधन.—असुरीयाच्या इतिहासाबद्दल जशी ही माहिती मिळत गेली तशी इजिप्तच्या इतिहासाबद्दलहि मिळत चालली. यंग वगैरे संशोधकांची माहिती लेप्सिस, लेनार्मंट, बर्च प्रभृति लोकांनीं पूर्णावस्थेस नेण्याचा प्रयत्न केला आणि विल्किन्सन, प्रोफेसर फ्लिंडर्स, पेट्री वगैरेंनीं ऐतिहासिक दृष्ट्या फार महत्वाची नवीन माहिती लोकांच्या नजरेस आणून दिली. अबिडॉसच्या देवळांतील भिंतीवर सांपडलेल्या राजांच्या जंत्रीमुळें मॅनेथोच्या ग्रंथांतील पुष्कळ संशयग्रस्त गोष्टींनां आधार मिळाला; आणि मॅनेथोच्या ग्रंथाची सत्यता लोकांनां प्रतीत झाली. इजिप्तच्या प्राचीन इतिहासाबद्दलची माहिती मॅनेथोच्या ग्रंथांतील तुटक आणि विस्कळित भागांवरूनच काय ती मिळाली होती; तरी देखील वरील शिलालेखांची माहिती होण्यापूर्वी, मॅनेथोच्या जंत्र्यांबद्दल प्रामाण्यबुद्धि नव्हती; इतकेंच नव्हे तर मॅनेथोचें अस्तित्व देखील न मानणारे कुशंकेखोर लोक होते. इजिप्तच्या इतिहासाबद्दलच्या प्रस्तुत विषयावरून, पुराणवस्तुशोधकांचे शोध विधायक स्वरूपाचे कसे असूं शकतात आणि परंपराप्राप्त गोष्टींवरील विश्वास त्यामुळें कसा दृढमूल होतो हें चांगलें निदर्शनास येतें.

मेसापोटेमियाच्या पूर्वकालीन इतिहासामधील कित्येक सनांबद्दल जसा नक्की निवाडा झाला आहे तसा इजिप्तच्या इतिहासाबद्दल झाला नाहीं. इ. स. १६०० च्या पुढें मात्र ठोकळमानानें बरोबर असे सन देतां येतात. असें असलें तरी, जवळ जवळ चार हजार वर्षांपूर्वीच्या गोष्टींची परंपरा स्थूलमानानें मुकरर करतां येते. एवंच काय, तर मानवी अस्तित्वाचा एकंदर काल म्हणून जो मानला जाई त्याच्या पूर्वी शेंकडों किंवा हजारों वर्षें इजिप्त आणि मेसापोटेमिया ह्या दोन्ही ठिकाणीं अव्वल दर्जाची सुधारणा नांदत होती हें उघड होतें.

अशा रीतीनें ८।१० हजार वर्षांपूर्वी सुधारणेचा मध्यान्ह झाला होता असें म्हटलें तर सुधारणेचा उषःकाल किती मागें जाईल हें कल्पनेला देखील कळण्यासारखें नाहीं. ह्या शोधांमुळें रोम आणि ग्रीसच्या सुधारणा म्हणजे अगदीं अलीकडच्या भासूं लागतात. इजिप्तमधील सुधारणेचा शरत्काल सुप्रसिद्ध मनोरे ज्या काळीं तयार झाले त्या कालाला म्हटलें तर सुधारणेच्या किंवा संस्कृतीच्या वसंतकालाचा शोध करीत आपल्याला फार मागें जावें लागेल. इतिहासपूर्वकालीन पुराण वस्तूंची जर कांहीं माहिती कळली तर ह्या काळाचा ठाव लागणें शक्य आहे.

बायबलांतील माहितीचा एकांगीपणा.— इजिप्त आणि असुरिया वगैरेंच्या इतिहासाची पाश्चात्यांची जिज्ञासा स्वयंप्रेरित मात्र नव्हती. हिब्रू लोकांचा इजिप्तमधील प्रवास महत्त्वाचा असल्यामुळें ह्या संशोधकांचा साहजिकपणें असा तर्क होता कीं इजिप्तमधील प्रसंगांसंबंधीं संशोधनामुळें बायबलमधील प्रसगांसंबंधीं पुराव्यादाखल आणि पुरवणीदाखल कांहीं तरी माहिती सांपडेल. मिळालेल्या माहितीनें त्यांनां अगदीं निराश करून सोडलें आहे. दिवसानुदिवस असा संशय मात्र बळावत आहे कीं हिब्रू लोकांनीं स्वतःला जें महत्त्व दिल्याचें दिसतें तें महत्त्व त्यांनां लोक देत नसावे. पौरस्त्य ऐतिहासिक शोधांवरून असें दिसतें कीं राजकीय दृष्ट्या हिब्रू लोकांनां फारसें महत्त्व नसावें आणि सहजगत्या भौगोलिक दृष्टीनें आपल्या प्रबळ शेजाऱ्यांचें सीमावर्तित्व त्यांच्याकडे आलें असावें. डेव्हिड आणि सालोमन ह्यांच्या अमदानींत मात्र ह्या लोकांनां बरेंच महत्त्व आलें. भावी काळांत ह्या हिब्रू लोकांनां जें एवढें महत्त्व मिळालें तें कांहींसें 'एरंडोऽपि द्रुमायते' ह्या न्यायानें मिळालें. इजिप्त, मेसापोटेमिया वगैरेंचीं सारस्वतें उपलब्ध नव्हतीं; आणि हिब्रू बायबल वगैरे उपलब्ध होतें इतकेंच नव्हे, तर तें ईश्वरप्रेरित आणि पवित्र आहे ही कल्पना सुधारलेल्या पाश्चात्य राष्ट्रांत सररास पसरली होती. इतर सारस्वतें उपलब्ध होऊं लागल्यामुळें अर्थातच ह्या सारस्वताचें वाढलेलें फाजील महत्त्व कमी झालें.

कांहीं वर्षांपूर्वी जर एखाद्यानें असें म्हटलें असतें कीं हिब्रू बायबलांतील ऐतिहासिक गोष्टी एकांगी आहेत आणि त्यांनां सर्वथा प्रमाणभूत मानतां येत नाहीं, तर तो मोठा धर्मोच्छेदक गणला जाता. परंतु आज वस्तुस्थिति अशी आहे कीं प्रत्येक समंजस मनुष्य ही गोष्ट कबूल करीत आहे. हिब्रू हस्तलिखिताची जुन्यांत जुनी अशी प्रत इ. स.च्या ८ व्या शतकांतील आहे. अर्थात् ह्या हस्तलिखितांत ज्या गोष्टी नमूद केल्या आहेत त्या प्रमादवश लेखकांच्या कित्येक पिढ्यांच्या हातून गेल्या असल्या पाहिजेत. परंपराप्राप्त अतएव प्रिय अशा समजुती मनुष्य होतां होईल तों सोडीत नाहीं; तथापि बाह्य प्रमाणांवरून जर असें ठरलें कीं ह्या समजुती चुकीच्या होत्या, तर ती चूक कबूल करण्याची तयारी बहुधा लोक दाखवितात. इजिप्तच्या शिलालेखांचा बायबलमधील गोष्टींनां पाठिंबा मिळेल ही कल्पना जवळ जवळ फोल ठरली; आणि बायबलमधील गोष्टींवरील विश्वास जरी पार उडाला नसला तरी हिब्रू लोकांचा इजिप्तमधील प्रवास प्रायः काल्पनिक आहे अशी कल्पना बरीच फैलावली.

ह्या दिशेनें झालेल्या प्रयत्नांनां जरी अपेक्षित फल आलें नाहीं तरी बाबिलोनिया आणि असुरिया येथील शिलालेखांचें संशोधन फार फायदेशीर ठरलें. बायबलमधील गोष्टींनां पुरावा मिळाला; आणि तत्कालीन इतिहासाबरोबर धार्मिक समजुतींसंबंधांतहि माहिती उपलब्ध झाली. उत्पत्ति आणि प्रलय ह्या फार दिवस मशहूर असलेल्या गोष्टींनां आधार मिळाला. हे लेख जरी ख्रि. पू. ७ व्या शतकांत लिहिले आहेत, तरी तज्ज्ञांच्या मतें ते अगदीं पुराण्या लेखांचे फक्त तरजुमे आहेत. एकंदरींत विचार केला तर हिब्रू बायबलाचा मूळ आधार बाबिलोनियन आहे ही गोष्ट निर्विवाद आहे. अर्थातच मूळ आधाराचा तो निव्वळ तरजुमा नसून अनुवाद आहे. ह्या शोधांनीं एके काळीं धर्माभिमानी लोकांचें पित्त उसळे, पण आजमितीला तसा कांहीं प्रकार होत नाहीं.

मेसापोटेमियामधील इतिहाससंशोधनानें बायबलांतील इतिहासावर प्रकाश.— हिब्रू बायबलमधील ऐतिहासिक भागाशीं अजमावून पाहण्याच्या दृष्टीनें असुरिया आणि बाबिलोनिया येथील राजांचे लेख फार महत्त्वाचे ठरले. कांहीं काळपर्यंत पॅलेस्टाइनच्या लोकांवर मेसापोटेमिया मधील शूर लोकांच्या स्वाऱ्या चालल्या होत्या; आणि नवीन शोधांच्या आधारें, हिब्रू लोकांनीं तत्कालीन ज्या हकीकती नमूद केल्या होत्या त्यांची सत्यासत्यता, दुसऱ्या एका दृष्टीनें लिहिलेल्या इतिहासाच्या साधनांनीं ठरविणें शक्य झालें. एकच गोष्ट भिन्न दृष्टींनीं मांडली गेल्याचीं उदाहरणें फारशीं नसलीं तरी स्थूलमानानें ही तुलनेची कसोटी लावतां येते. अशी कसोटी लागल्यामुळें ज्या कित्येक गोष्टींचा उत्कृष्ट उलगडा झाला, त्यांमध्यें सायरस अथवा कुरुस राजानें बाबिलोन शहरावर केलेल्या चढाईसंबंधांत झालेला उलगडा फार महत्त्वाचा आहे. हिब्रू बायबलाच्या लेखकांनां ह्या महत्त्वाच्या गोष्टीबद्दल फार अंधुक माहिती होती; आणि ग्रीक इतिहासकार हेरोडोटस ह्याची ह्या अंधारामुळें दिशाभूल झाली असें अलीकडे उपलब्ध झालेल्या सायरस राजाच्या माहितीवरून आणि त्या वेळीं बाबिलोनचें राज्य करीत असलेला नाबोनिडास ह्याच्याहि हकीकतीवरून उघड दिसतें.

हिब्रू लेखांसंबंधीं उपलब्ध झालेल्या ह्या असुरियांतील माहितीचें महत्त्व काय असा प्रश्न जगाच्या इतिहासकारांपुढें आला तर त्याचें सर्वस्वीं समाधानकारक उत्तर देणें सोपें नाहीं. एवढें मात्र निर्विवाद म्हणतां येईल कीं, बायबलमधील ऐतिहासिक भाग ठोकळ मानानें खरा आहे, आणि तो लिहिणाऱ्या लोकांचा समकालीन कागदपत्रांशीं परिचय होता. ह्या भागांतील प्रमाद, घोटाळे आणि पूर्वग्रह ह्यांवरून असेंहि उघड होतें कीं इतर सामान्य इतिहासकारांचे दोष येथेंहि आहेतच. यासंबंधांत प्रो. सेसी असें म्हणतो कीं, बायबलमधील इतिहास सत्य आहे, परंतु बायबलरूपी ऐतिहासिक कागदपत्र ज्या अवाढव्य सारस्वतांचे केवळ खंड आहेत त्या सारस्वतांच्या अभावीं ह्या खंडांचा उलगडा लागणार नाहीं.

ग्रीकांच्या इतिहासाच्या साधनांची छाननी.— इजिप्त किंवा मेसापोटेमिया ह्यांचा इतिहास जसा जवळ जवळ नष्ट झाला होता तसा ग्रीक लोकांचा इतिहास झाला नव्हता.

ग्रीकांत मोठाले इतिहासकार झाले खरे, पण त्यांच्या राष्ट्राच्या इतिहासाची त्यांस पूर्णपणें जाणीव नव्हती. त्यांचें इतिहासाचें ज्ञान गेल्या तीन चार दशकांतच विशेष वाढलें आणि त्या ज्ञानाच्या वाढीबरोबर कालगणना व ऐतिहासिक युगें पाडण्याची पद्धति यांत महत्त्वाचे फेरफार झाले. अर्वाचीन संशोधकांनीं नवीन साहित्य पैदा केलें एवढेंच नाहीं, तर जुनें साहित्य पुन्हां अभ्यासिलें. कविकल्पना आणि दंतकथा व ग्रीक लोकांच्या कर्तृत्वाच्या कल्पना लोकांच्या स्मरणांत होत्या. त्यांच्या आधारानें होमरनें आपल्या महाकाव्यांत ग्रथित केलेल्या गोष्टींची छाननी १९ व्या शतकाच्या प्रथम चरणांतील इतिहासकारांनीं केली तेव्हां त्यांच्या सत्यतेविषयीं त्यांनां संशय आला. वुल्फ-प्रभृति व्युत्पत्तिशास्त्रज्ञांनीं तर सूक्ष्मपरीक्षणानंतर होमर-नामक कोणी व्यक्तीच होती किंवा नव्हती अशी शंका काढली. होमरचीं महाकाव्यें हीं वस्तुतः निरक्षरतेच्या काळांत सामान्य लोकांच्या तोंडीं बसलेल्या काव्यांचा मागाहून केलेला संग्रह आहे असें मानण्याकडे विद्वानांची प्रवृत्ति होत होती. ह्या काल्पनिक होमरच्या अस्तित्वाच्या अजमासीक काळापूर्वी (ख्रि. पू. १००० ते ८००) ग्रीसमध्यें लेखनकला अवगत असणें असंभाव्य आहे व अतएव आपलें म्हणणें विनतोड आहे असें ह्या पक्षाचें ठाम मत होतें. पीसिस्ट्रेटसच्या अमदानींत् (ख्रि. पू. ६०५-५२७) ईलियड प्रथम लिहिलें गेलें असा समज रूढ झाला. पॅले तर ह्याच्याहि पुढें जाऊन असें म्हणूं लागला कीं, पेलॉपोनेशियन युद्धाच्या वेळीं (ख्रि. पू. ४३१-०४) सदर काव्याची एकहि लिखित प्रत नसावी. होमरच्या महाकाव्यांबद्दलची वरील संशयवृत्ति आणि परंपरागत गोष्टींबद्दल अविश्वास दर्शविण्याची सर्वसाधारण वृत्ति ह्यांमध्यें मूलतः पुष्कळ साधर्म्य होतें. सावधवृत्तीनें लिहिणारे इतिहासकार असें म्हणूं लागले कीं "वीरवृत्ति-युग" हें इतिहासकालाच्या पूर्वीचें आहे; त्याबद्दलची माहिती उपलब्ध तर नाहींच, पण ती पुढें मागें उपलब्ध होईल कीं नाहीं ह्याचीहि वानवाच आहे. सर जॉर्ज कॉर्नवाल लुई ह्यानें रोमच्या प्राचीन इतिहासाबद्दल लिहितांना असें सप्रमाण दाखविलें कीं, एका शतकापेक्षां जास्त काळपर्यंत कोणतीहि गोष्ट केवळ तोंडी आधारावर शुद्ध स्वरूपांत टिकणें शक्य नाहीं. ह्यावरून असें ओघानेंच प्राप्त झालें कीं, ख्रि. पू. ६ व्या शतकापर्यंत जर लेखनकलेचा ग्रीसमध्यें उदय झाला नसेल तर ख्रिस्ती शकाच्या अजमासें सात शतकें अगोदर घडलेली कोणतीहि गोष्ट अविकृत स्वरूपांत आज अवगत होणें शक्य नाहीं.

ग्रोट वगैरे परंपरा मानणारे लेखक असें मानीत कीं ग्रीसचा प्राचीन इतिहास हा गूढ आणि अज्ञेय आहे. दंतकथांवर ते विश्वास ठेवीत, परंतु त्यांचा प्रत्यक्ष हकीकतींशीं मेळ घालण्याचा प्रयत्न ते करीत नसत. टिरिन्स, मायसिनी आणि हिसार्लिक वगैरे ठिकाणीं ग्रीसच्या प्राचीन इतिहासाविषयीं बरेंच संशोधन करण्यासारखें आहे असें प्रतिपादन करून त्याप्रमाणें प्रयत्न करण्याचें श्रेय स्लीमन ह्यानें संपादिलें. प्रस्तुत संशोधकानें ज्याला ट्रॉय शहर म्हटलें तेंच ट्रॉय असेल किंवा नसेल; परंतु ह्या संशोधनामुळें होमरच्या कथावस्तूंच्या सत्याविषयीं बरीच आशा वाटूं लागली. प्राच्य पुराणवस्तु-संशोधनाच्या हकीकतीची ज्याला माहिती आहे असा कोणीहि मनुष्य ईलियडमध्यें वर्णिलेली लढाई झालीच नसेल असें म्हणण्याचें धाष्टर्य करणार नाहीं. डॉ. आर्थर इव्हॅन्स-प्रभृति लोकांच्या उद्योगामुळें अलीकडे मायसिनियन काला-बद्दल बरीच माहिती मिळाली असून, तत्पूर्वकालाची आणि त्या पूर्वींच्याहि ईजिअन संस्कृतीची माहिती झाली आहे. ह्या हकीकतींत घोटाळा फार आहे, आणि ग्रीक लोकांच्या नाशवंत वस्तूंवर लिहिण्याच्या चालीमुळें हा घोटाळा नाहींसा होण्याची आशा फार कमी आहे; उपलब्ध शिलालेखांवरून जर कांहीं सिद्ध होत असेल तर तें इतकेंच कीं, ग्रीक लोकांशीं निकट संबंध असलेल्या लोकांत लेखनकला फार पुरातन काळीं फैलावली होती. इजिप्तमध्यें ख्रिस्ती शकापूर्वींचे कांहीं लेख सांपडले, परंतु त्यांत देखील टॉलेमी राजांच्या काळा-पूर्वीचा (ख्रि. पू. ३३०-२३) कांहींच मागमूस लागत नाहीं. अबु-सिंबेल येथील दुसऱ्या रामेसिसच्या पुतळ्यावर जो लेख आहे त्यावरून हें उघड दिसतें कीं अलेक्झांडरपूर्वीं तीन शतकें (ख्रि. पू. ६ वें शतक) तरी ग्रीक लोकांत लेखनकलेचा चांगला फैलाव झाला असावा. क्रीट बेटांत सांपडलेले शिलालेख ह्यापेक्षां फार जुने असून ग्रीक भाषेहून भिन्न अशा दोन भाषांत ते लिहिले आहेत. ह्यावरून इतक्या प्राचीन काळींहि लेखनकलेचें अस्तित्व शाबीत होतें. ईलियड महाकाव्य केवळ तोंडी पाठपरंपरेनें प्रचारांत होतें असें मानण्याचें प्रयोजन ह्यामुळें उरत नाहीं.

लेखनकलेचा हा वरील मुद्दा तूर्त बाजूला ठेवला तरी होमरच्या काळीं इतर तत्कालीन लोकांप्रमाणें ग्रीक लोकांनांहि आपले विचार लेखरूपानें नमूद करतां येत ही गोष्ट अन्य साधनांनीं सिद्ध होत आहे. पुराणवस्तुसंशोधनामुळें पांचसहा हजार वर्षांपूर्वींच्या सुधारणेचे अवशेष उपलब्ध झाले आहेत. ग्रीसची सुधारणा ही पुढें उदयाला आली आणि तिला कांहीं आगापिछा नाहीं, ही कल्पना इतिहास-कारांनीं उराशीं घट्ट धरून ठेवण्याचा कितीहि प्रयत्न केला तरी आधुनिक शोधांवरून ही गोष्ट निर्विवाद सिद्ध झाली आहे कीं, ग्रीसची संस्कृति फार पुरातन असून इजिप्तच्या संस्कृतीशीं तिचा निकटचा संबंध आहे. क्रीट द्वीपकल्पांत सांपडलेल्या शिलालेखांचा इजिप्तशीं संबंध आहे इतकेंच नव्हे तर तेल-एल-अमर्ना शहरीं सांपडलेलें मातीकाम मायसिनियन पद्धतीचें असून तें ख्रि. पू. १४००-१३७० ह्या मुदतींत तयार झालें ही गोष्ट विशेष महत्त्वाची आहे.

तेल-एल-अमर्ना येथें सांपडलेल्या वस्तूंत बरींचशीं पत्रें आहेत. बहुतेक पत्रें बाबिलोनियाच्या लिपींत आणि

भाषेंत लिहिलीं असून पूर्व आशियामधील निरनिराळ्या प्रांतांतून तीं आलेलीं आहेत. प्रस्तुत पत्रसंग्रहांत मायसिनी प्रांतांतील पत्रें नाहींत ही गोष्ट सूचक आहे. बाबिलोनियाची संस्कृति ग्रीसमध्यें पोंचली नसावी असा ह्याचा निष्कर्ष निघतो. तथापि व्यापारी संबंधांमुळें ह्या संस्कृतीचा कांहीं तरी सुगावा ग्रीक लोकांनां लागलाच असेल.

ह्या आधुनिक शोधांमुळें पुराणकालीन इतिहासाची पुनर्घटना झाली आहे. ग्रीसच्या संस्कृतीसारखी संस्कृति अल्पावधींत पूर्णावस्थेला येणें शक्य नाहीं, तिची तयारी पायरीपायरीनें होत जावी लागते, विकासवाद येथेंहि लागू आहेच, ह्या आज अगदीं उघड वाटणाऱ्या गोष्टी पुराणवस्तुसंशोधकांच्या दीर्घोद्योगानें सिद्ध झाल्या.

वर जी असुरिया, बाबिलोनिया, इजिप्त व ग्रीस या प्राचीन राष्ट्रांतील. इतिहाससंशोधनाची उदाहरणार्थ सारांशरूपानें माहिती दिली आहे तिजवरून ऐतिहासिक प्रसंगांचे नक्की दिवस, महिने किंवा वर्षे ठाऊक नसलीं व स्थूलमानानें कालनिश्चय करण्यासहि कांहीं ज्योतिर्विषयक प्रमाणें उपलब्ध नसलीं तर इतिहाससंशोधक कोणत्या पद्धतीचा अंगीकार करतात हें कळून येईल.

कालगणनेच्या विकासाची आतांपर्यंत विवेचिलेलीं अंगें म्हटलीं म्हणजे, (१) वर्षांतील दिवस मोजणें, (२) तिथी, वार वगैरेंचा विकास, (३) चांद्र आणि सौर पद्धतींचा मेळ बसविणें किंवा या दोहोंतील कोणती तरी पद्धति एकनिष्ठपणानें वापरणें या क्रियेचा विकास, (४) निरनिराळे प्रारंभबिंदू किंवा निरनिराळे शक यांचा विकास व (५) जेथें ज्योतिर्विषयक प्रमाण नसेल किंवा दिवस, तारीख व वर्ष काढतां येत नसेल तेथें इतिहाससंशोधकांनीं वापरलेल्या पद्धतीचा उपयोग हीं होत. कालमापनज्ञानाचा जो विकास आपणांस दृष्टीस पडतो त्यांत कालमापक यंत्रांचा विकास या भागाकडे थोडें तरी लक्ष दिल्याशिवाय ह्या विषय पुरा करतां येत नाहीं. तथापि, प्रत्येक ज्ञानप्रगतीशीं संलग्न असलेली यांत्रिक प्रगति हा स्वतंत्र विवेचनाचा विषय धरून येथेंच हें प्रकरण संपवितों.

प्रकरण ५ वें.

वेदविद्या व तदुत्तर शास्त्रें-छंद व संगीत.

शास्त्ररचना आणि संहितीकरण.—मनुष्यप्राण्यास लिहिण्याची कला, अंकांचें ज्ञान, अंकदर्शनाचें ज्ञान, कालमापनाचें ज्ञान, हीं अत्यंत प्राचीन कालीं लाभलीं नसून त्याची बरीचशी प्रगति झाल्यानंतर लाभलीं असें मागील विवेचनावरून दिसून येईल. ज्योतिषज्ञान कठिण वाटतें व तें उत्तरकालीं स्थापन झालें असावें असें स्वाभाविकपणें वाटणार. पण तें दिसतें तितकें अर्वाचीन नाहीं हेंहि अंशतः स्पष्ट केलेंच आहे.

बुद्धपूर्व जगाचा इतिहास देतांना असुरसंस्कृति स्थापन होण्यापूर्वी मनुष्यप्राणी कोणकोणत्या क्रिया करूं लागला होता याचीहि स्थूल कल्पना दिलीच आहे. जें त्यानें कार्य केलें त्यावरून त्याच्या व्यावहारिक ज्ञानाचा इतिहासहि आपणांस दृष्ट झालाच आहे. व्यावहारिक ज्ञानास शास्त्र ही संज्ञा आपण दिली नाहीं याचें कारण तें ज्ञान व्यवस्थित तऱ्हेनें तो मांडावयास लागला नव्हता. मनुष्यास जें कांहीं व्यावहारिक ज्ञान असतें तें तो व्यवस्थित स्वरूपांत मांडावयास लागला म्हणजे त्याच्या ज्ञानास शास्त्राचें स्वरूप येऊं लागलें असें समजतात.

शास्त्रविकासाचा प्रारंभ कांहींतरी साहित्य जमविल्यानें होतो. साहित्य जमविणें ही पहिली क्रिया आणि त्याला व्यवस्थित स्वरूप देणें ही दुसरी क्रिया. संहितीकरण हें प्रत्येक शास्त्ररचनेचा प्रारंभ होय; आणि आपण ज्या वाङ्मयास संहिता हा शब्द लावतों तें वाङ्मय अनेक शास्त्रांचा प्रारंभ होय. भौतिक शास्त्रांच्या आणि वाङ्मयमूलक शास्त्रांच्या घटनेची हीच रीत आहे. संहितीकरण करतांना जमलेल्या मालाचे निरनिराळे कर्तव्यग्रंथ उर्फ 'वेद' पाडून संहितीकरणें करण्यांत आलीं ही दुसरी क्रिया होय. हा शास्त्ररचनेचा इतिहास दुसऱ्या विभागांत यथास्थित वर्णन केलाच आहे.

वेदांपासून ज्ञानेतिहासास वेदविद्येमध्यें सुरुवात झाली. ज्या ज्ञानांगांच्या विकासपरंपरा तेथें दाखविल्या गेल्या तीं ज्ञानांगें म्हणजे वाङ्मयविकास, व दैवतकल्पनाविकास हीं होत. यावरोवरच ज्ञानवाङ्मय आणि दैवतकल्पना यांचें स्थान असलेल्या ऋत्विजांच्या वर्गाचा सामाजिक विकासहि दाखविण्यांत आला आहे.

वाङ्मयमूलक शास्त्रांचा संहितीकरणांपासून विकास.— आज कोणत्याहि देशांतील भाषेचा, म्हणींचा किंवा परंपरागत समजुतींचा अभ्यास करावयाचा झाल्यास अर्वाचीन संशोधक ज्या क्रिया करतो त्याच क्रिया भारतीय वाङ्मयाच्या इतिहासांत झालेल्या आढळून येतात. वेदाच्या निरनिराळ्या संहिता बांधल्या गेल्या त्यांतच अव्यवस्थित ज्ञानाच्या शास्त्रीकरणाची पहिली क्रिया झाली. वेदांगें आणि दर्शनें उत्पन्न करण्याची दुसरी क्रिया त्यानंतर त्या साहित्याचा अधिक अभ्यास झाल्यामुळें उत्पन्न झाली. या दोन्ही क्रिया प्रस्तुत प्रकरणांत स्पष्ट करण्यांत येत आहेत.

शास्त्रघटनेच्या इतिहासास वेदांपासून सुरुवात करण्याचें कारण.— वाङ्मयविशिष्ट शास्त्रांच्या घटनेच्या इतिहासाची सुरुवात वेदांसारख्या केवळ भारतीय ग्रंथांपासून करण्यांत आपल्या विवेचनास आपण एकदेशीय स्वरूप देत आहों. तथापि एकदेशीय विवेचनाचा उपयोग नाहीं असें नाहीं. क्रियांचा अन्योन्याश्रय आणि पौर्वापर्य यांजवर, कोणताहि एक विकास तपासून पाहिला असतां, बराच प्रकाश पडतो. ज्या प्रकारच्या क्रिया हिंदुस्थानांत

होऊन शास्त्ररचना झाली त्याच क्रिया इतर जगांत शास्त्ररचने-पूर्वी झाल्या असें नाहीं. तथापि सदृश क्रियांचे सदृश परिणाम दृष्टीस पडतातच. उदाहरणार्थ, यहुदी लोकांच्या वाङ्मयाचा अभ्यास होऊन जें वाङ्मय उत्पन्न झालें त्यांत भारतीय विकासाशीं सदृश क्रियापरंपरा झालेल्या दृष्टीस पडतात. शिवाय, हेंहि लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं, ज्ञानेतिहास लिहावयाचा म्हणजे ज्या ठिकाणीं ज्ञान उत्कट स्वरूप पावतें तेथील विकास घेऊन तो इतरत्र झालेल्या वाढीशीं जोडावयाचा. एका विकासांत एखादें शास्त्र उदयास आलें म्हणजे त्या विकसितज्ञानाचा दुसऱ्या स्थलीं संबंध येतो आणि त्यामुळें जगाच्या ज्ञानसमुच्चयास एक तऱ्हेचें सातत्य येतें. या विधानावरोवर हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं, जगाच्या निरनिराळ्या ठिकाणीं उत्पन्न झालेलें ज्ञान एकीकृत होऊन त्याच्यापासून सर्वसामान्य ज्ञानफलक केला जाण्याची क्रिया अत्यंत अर्वाचीन आहे. कां कीं, दुसऱ्याच्या प्रगतींतील ज्ञान निर्विकारपणें शोधून त्याचें ग्रहण करण्याची क्रिया एकसारखी चालू नव्हती. ज्यांच्यापाशीं जें उपयुक्त ज्ञान असेल तें त्यांनीं लपविणें, आणि दुसऱ्याच्या ज्ञानाविषयीं मत्सरबुद्धि उत्पन्न झाल्यामुळें ज्ञानाचें ज्ञानत्व नाकबूल करणें या तऱ्हेच्या क्रियांमुळें ज्ञानविकासाचें सातत्य दूषित झालें होतें.

ज्ञानवर्धनाचा इतिहासहि कांहीं अंशीं सर्व जग एकच क्षेत्र आहे असें समजून लिहिला पाहिजे; आणि जेव्हां एखादी गोष्ट प्रथम उद्भवली तेव्हां तिला महत्त्व दिलें पाहिजे. या दृष्टीनें भारताच्या अत्यंत प्राचीन ज्ञानाच्या इतिहासास महत्त्व आहे.

ज्ञानाचें एका संस्कृतींतून दुसऱ्या संस्कृतींत संक्रमण.— शास्त्रज्ञानाच्या इतिहासांतील एक महत्त्वाचा भाग म्हटला म्हणजे शास्त्रीय ज्ञान एका संस्कृतींतून दुसऱ्या संस्कृतींत गेलें कसें त्याचा इतिहास होय. पुष्कळदां असें आढळून येतें कीं, जेव्हां राष्ट्र रानटी स्थितींतून बाहेर पडतें, अगर त्या राष्ट्राचें जीवन विस्तृत होतें, तेव्हां त्या राष्ट्राची संस्कृति अधिक प्रगल्भ होते. उदयोत्सुक राष्ट्र प्राचीन आणि इतर राष्ट्रांचें अर्वाचीन ज्ञान जितकें एकत्र करतां येईल तितकें करीत असतें. संस्कृतीच्या इतिहासांत असले प्रयत्न अनेकदां दृष्टीस पडतात. ग्रीकांनीं हिंदूंचें ज्ञान पद्धतशीर मिळविण्यासाठीं पुष्कळ खटपट केली व विद्वान् हिंदूंस त्यांनीं आश्रय दिला. तीच हकीकत अरबांचीहि आहे. अरबांनीं ग्रीक व संस्कृत ग्रंथांचीं भाषांतरें केलीं आणि ज्ञान वाढविण्यासहि सुरुवात केली.

निद्रेंतून यूरोपीय राष्ट्रें जागीं झालीं तेव्हां त्यांनीं अरबांचें ज्ञान मिळविलें. पुष्कळ प्राचीन यूरोपीयांचें ज्ञान त्यांस अरबी भांडयांतून प्यावें लागलें. आरिस्टाटल, टॉलेमी इत्यादिकांचे ग्रंथहि त्यांस ग्रीकमधून परिचित नसल्यामुळें अरबी भाषांतरांच्या लाटिन तरजुम्यांवरूनच परिचित करून घ्यावे लागले. यूरोपीय संस्कृति हल्लीं कठोरगर्भ झाली असून ती जगांतील इतर राष्ट्रांमध्यें आपल्या ज्ञानसंचयाचा प्रकाश पाडीत आहे.

या सर्व क्रिया स्पष्ट करणें म्हणजे ग्रीक, मिसरी व भारतीय लोकांपासून आजपर्यंतच्या ज्ञानाचा आढावा घेतला पाहिजे. भारतीय विज्ञानेतिहासास प्रारंभ करावयाचा म्हणजे भारतीय शास्त्रें संहितीकरणानंतर कशीं काय वाढलीं हें पहावयाचें.

क्रिया, कला व शास्त्र यांचा अन्योन्यसंबंध.— शास्त्र म्हणजे व्यवस्थित अभ्यास आणि कला म्हणजे क्रिया. जेव्हां क्रियांमध्यें व्यापकता उत्पन्न होते तेव्हां तो क्रियासमुच्चय कलारूप पावतो आणि शास्त्रीय अभ्यासाचें साहित्य होतो. जुनें वाङ्मय, भिक्षुकी खटपटी, गाणीं व तीं म्हणण्याच्या चाली, देवकल्पना, अनेक शिल्पें यांचा संबंध यज्ञसंस्थेशीं आल्यामुळें, आणि क्रियांची व्यापकता मोठी झाल्यामुळें प्रत्येक कार्य व्यवस्थित करण्याची जरूर पडली आणि ऋत्विक्कर्मानुसार शास्त्रें तयार झालीं. होत्याचें शास्त्र, अध्वर्यूचें शास्त्र इत्यादि शास्त्रें तयार झालीं. कांहीं साहित्य शास्त्रस्वरूप लवकर पावलें, कांहीं उशिरानें पावलें. एखादें ज्ञान व्यवस्थित तऱ्हेनें मांडण्याचा प्रयत्न झाला म्हणजे त्याचा परिणाम सर्व प्रकारच्या ज्ञानावर होतो. गायनशास्त्र उर्फ सामवेद आणि होत्यानें म्हणण्याचीं गाणीं यांनां वृत्तें होतीं व इतर नियम होते. ज्या वेळेस होते आणि उद्गाते आपआपल्या ज्ञानाचे संच पाडूं लागले तेव्हां त्यांनीं वापरलेल्या वाङ्मयास एकाच तऱ्हेनें नियमबद्धता आली असें नाहीं. व्याकरण, निरुक्त, छंद इत्यादि दृष्टींनीं त्या काळीं देखील अभ्यास चालूच होता. त्या त्या अभ्यासाच्या वाहक, विशिष्ट वर्ग पडलेल्या व्यक्ती नव्हत्या एवढेंच. श्रौतकर्मविकासानें एकंदर कार्यकलापास नियमबद्धता प्राप्त झाली एवढेंच नव्हे तर संहितीकरणहि नेटानें झालें.

श्रौतसंस्थांमुळें प्राचीन वाङ्मयावर झालेला परिणाम.— मंत्रोत्पत्तिकालापासून आजपर्यंत ज्ञानवर्धनविषयक क्रिया कोणकोणत्या झाल्या त्यांचें स्थूल विवेचन वेदोत्तर वाङ्मयाच्या समजवणुकीस अवश्य आहे. त्या क्रिया येणेंप्रमाणें दिसतात.

(१) वैदिक वाङ्मयापैकीं बहुतेक मंत्रवाङ्मय, स्वयंस्फूर्तीनें किंवा नक्कल करण्याच्या उद्देशानें पण वाङ्मय म्हणून अथवा काव्य म्हणून तयार झालें. यास कांहीं आथर्वण मंत्र अपवाद होत. हे विशिष्ट जादूटोण्यांच्या क्रिया करण्यासाठीं रचले असावेत. यजुःसंहितेंतील कांहीं मंत्र क्रिया करण्यास मदत म्हणूनच उत्पन्न झाले असणें शक्य आहे.

(२) ब्राह्मणवाङ्मय यज्ञांतील क्रिया कशा कराव्या हें समजावून देण्यासाठीं किंवा त्यांचें समर्थन करण्यासाठीं क्रियाकर्त्यांस साहाय्यक म्हणून रचलें गेलें.

(३) मंत्रवाङ्मयाचें संहितीकरण झालें तें पुढें यज्ञ करणाऱ्या निरनिराळ्या ऋत्विजांस आपआपलें कार्य करण्यास सोइस्कर कसें जाईल या दृष्टीनें झालें.

(४) शेवटचें संहितीकरण होण्यापूर्वी ज्या क्रिया होत असत त्या स्थूलतः येणेंप्रमाणें:

(अ) मंत्रांची मोडतोड गोळा करून एका मंत्राचा तुकडा दुसऱ्या मंत्रास लावणें.

(आ) मंत्र म्हणण्यास सोइस्कर किंवा कर्णमधुर किंवा चित्ताकर्षक होतील या दृष्टीनें त्यांची मांडणी करणें.

(इ) क्रियेला अनुरूप असे मंत्र अर्थाकडे पाहून किंवा अक्षरांकडे पाहून निवडणें.

(ई) प्रत्येक मंत्रास यज्ञानुरूपता येण्यासाठीं, त्याची देवता किंवा त्याचा मंत्रद्रष्टा सांपडत नसेल तर तो त्यास कांहीं तरी तत्त्व लावून निर्माण करून जोडणें.

(उ) मंत्रांत आपल्या क्रियेला अनुरूप असा फेरबदल करून घेणें.

(ऊ) यज्ञक्रियांत कांहीं फेरबदल करावासा वाटल्यास तो करणें आणि त्याचें समर्थन करणें.

कर्मकांड व ज्ञानकांड.— वरील क्रिया कर्मकांडामुळें झाल्या. कर्मकांड आणि ज्ञानकांड हें प्राचीन ज्ञानाचें प्राचीन वर्गीकरण होय.

जेव्हां हे मंत्र, क्रिया आणि विचार तयार झाले, तेव्हां त्यांचें एकीकरण करण्याच्या प्रयत्नामुळें वेद व उपनिषदें हीं तयार झालीं.

जेव्हां काव्यें करणारा वर्ग, तसाच विचार करणारा वर्ग तयार होतो तेव्हां त्याच्या परिश्रमाचें फल एकत्रित करणें प्राप्त होतें. तें एकत्रित झाल्यानंतर पुढचा प्रयत्न म्हणजे त्याचा अधिक अभ्यास.

मंत्रब्राह्मणयुक्त वाङ्मयावर प्रथमतः जो परिश्रम झाला तो हा कीं, त्या वाङ्मयाचा मुख्य हेतु जो यज्ञ तो साध्य करण्यासाठीं पूर्वीचें ज्ञान इतस्ततः पसरलेलें होतें तें निवडून पद्धतशीर मांडलें गेलें. या रीतीनें वेदांच्या संहितीकरणाचा प्रमुख हेतु जो यज्ञ तो साधण्यासाठीं श्रौतसूत्रें तयार झालीं. गृह्यसूत्रें हीं अथर्ववेद्यांचें ज्ञान पद्धतशीर मांडतांना तयार झालीं.

उपनिषदें ही एक प्रकारची संहिताच आहे. कां कीं, तीं यज्ञप्रसंगीं व इतरत्र उत्पन्न झालेले ब्रह्मवाद, त्याचप्रमाणें ऋत्विग्वर्गाबाहेर राहिलेला विचारी वर्ग व सूतसंस्कृतींतील विचारी वर्ग यांची विद्या, हीं सर्व एकत्र करूनच बनलेलीं आहेत. उपनिषदांपासून झालेल्या शास्त्रांचा प्रारंभ संहितीकरणापासूनच झाला असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. उपनिषदांतील ज्ञान व्यवस्थित रीतीनें मांडण्यासाठीं कांहीं सूत्रें तयार झालीं असलीं पाहिजेत. बादरायणाचीं सूत्रें त्यांचेंच उत्तरकालीन स्वरूप होत. सांख्यसूत्रें हींहि उपनिषदांतील कांहीं विचार मांडण्यासाठींच तयार झालीं असावीत.

यज्ञ करण्यासाठीं अनेक कला लागत व अनेक शास्त्रें लागत. त्यांचें मुख्य वाङ्मय मंत्र व ब्राह्मणें. उपनिषद्वाङ्मय म्हणजे खरोखर यज्ञसंस्थेबाहेरचें वाङ्मय. आपस्तंबानें 'मंत्रब्राह्मणयोर्वेदनामधेयम्' अशी वेदाची व्याख्या केली आहे. वैदिक वाङ्मयामध्यें उपनिषदांचा अंतर्भाव करण्याची चाल आहे एवढेंच.

संहितांचा वेदमूलक शास्त्रांशीं संबंध.—उत्तरकालीन विद्येचा किंवा शास्त्रांचा संबंध येणेंप्रमाणें सांगतां येईल. वेदांगें व मीमांसा मंत्रब्राह्मणांच्या अभ्यासाच्या एकीकरणानें झाल्या आणि मीमांसेखेरीज दर्शनें उपनिषदांपासून झालीं. मीमांसा, म्हणजे ब्राह्मणग्रंथांतील अर्थवादांची सुधारलेली आवृत्ति आहे. यज्ञविषयक काय गोष्टी करावयाच्या तें विधिवाक्य सांगतें आणि त्या कां करावयाच्या हें सांगण्यासाठीं अर्थवादात्मक वाक्यें उत्पन्न होतात. ब्राह्मणांत दोन्ही प्रकारचीं वाक्यें आहेत. काय करावयाचें हें श्रौतसूत्रांत सांगितलें आहे; आणि कां करावयाचें हें मीमांसेंत सांगितलें आहे. मीमांसकांचा वर्ग वेदकालांतहि होताच. बरीचशी मीमांसा अगोदर ब्राह्मणांतूनच आलेली आहे.

मीमांसेखेरीज इतर पांच दर्शनें उपनिषन्मूलक आहेत. प्रकृतिपुरुषवाद आणि त्रिगुणवाद हा उपनिषदांतून सांख्यांत आलेला आहे. प्रत्येक वस्तूच्या आदिकारणाची चौकशी न्याय व वैशेषिक दर्शनांत व उपनिषदांत आहे. जगाचे भौतिक विवर्त न्याय व वैशेषिक तत्त्वज्ञानांत आहेत व त्यास उपनिषदांचा आधार आहेच. ब्रह्म, आत्मा एतद्विषयक विचार आणि मृत्यूनंतरच्या स्थितीचा विचार हा उपनिषदांत आणि बादरायण सूत्रांत पुष्कळसा सारखाच आहे. योगाचीं अनेक मतें उपनिषदांत पूर्वी व्यक्त झालेलींच आहेत.

गांधर्व वेद उर्फ संगीतशास्त्र याचा उगम सामांत दिसतच आहे.

गणितापैकीं अंकगणिताचा उगम बराच प्राचीन असावा. वेदांत मोठमोठे संख्यावाचक शब्द आहेत. जे व्यवहार आपणांस वेदकालीन दिसतात ते गणिताचें कांहीं तरी ज्ञान असल्याशिवाय चालले असतील असें दिसत नाहीं. भूमितीचा प्रारंभ आपणांस शुल्वसूत्रांत दिसतो. तसेंच ज्योतिष वेदकालींच बरेंच वाढल्याचें वेदांतील उल्लेखांवरून दिसून येतें (जुनाट ज्योतिष, विविधज्ञानविस्तार पु. २६ पहा). वैद्यकाचा अथर्ववेदांत प्रारंभ झालेला दिसतो. त्यांत शल्यतंत्राचा देखील प्रारंभ दिसतो. अथर्व्यांच्या विद्येबरोबर प्राणिशास्त्र व वनस्पतिशास्त्र कांहीं अंशीं वाढलें असावें. तथापि एवढें कबूल करणें भाग आहे कीं या दोन शास्त्रांस पाश्चात्यांनीं जशी पद्धति लावली तशी इकडे कधींच लागली गेली नाहीं. रसायनशास्त्र पुढें तंत्रग्रंथांच्या काळांत वाढलें. रसायनशास्त्राचा इतिहास सुसंगतपणें लिहिण्यास आपल्याकडे साहित्य नाहीं. ज्योतिष, वैद्यक व गणित हीं भौतिक शास्त्रें व भाषाविषयक शास्त्रें यांमधील प्रगतचा भारतीय इतिहास

दिला म्हणजे भारतीय शास्त्रांचा इतिहास दिला असें म्हणतां येईल.

वेद म्हणजे (१) वाङ्मय गोळा करणें, (२) यज्ञ करणें, (३) संगीत करणें व (४) मंत्रौषधी करणें या चार गोष्टी. प्राचीन विद्या हीच होती.

वेदसंभवशास्त्रें म्हणजे वेदांगें आणि उपनिषन्मूलक शास्त्रें म्हणजे दर्शनें हीं वेदोत्तरकालीन शास्त्रें होत. यांपैकीं संहितीकरण आणि यज्ञ करणें या दोन क्रियांचें वर्णन येऊन गेलेंच आहे. आतां छंदःशास्त्राकडे व संगीताकडे लक्ष देऊं.

छंदःशास्त्र आणि संगीतशास्त्र यांचें साहित्य जीं गाणीं तीं फार प्राचीन काळीं तयार झालीं असल्यामुळें या शास्त्रांस वेदमूलक शास्त्रेतिहासामध्यें अग्रस्थान दिलें तर तें वावगें होणार नाहीं.

वेदांतील छंदःशास्त्र.—वेदांतील वहुतेक सर्व मंत्र छंदोवद्ध किंवा पादवद्ध असतात, म्हणजे ते मंत्र वृत्तांत रचलेले असतात; आणि त्यांनां चरण असतात. मंत्रांच्या वृत्तांस विधिविषयक महत्त्व आहेच. कांहीं विशिष्ट वैदिक कर्मानुष्ठानें अमुक एक छन्दांत वर्णिलेल्या मंत्रांनींच करावींत, असें सांगितलें असतें. उदाहरणार्थ, तैत्तिरीय ब्राह्मणांत असा आदेश आहे कीं, अग्नीचें आधान ब्राह्मणांनीं गायत्रीमंत्रानें, राजन्यांनीं त्रिष्टुभ् मंत्रानें व वैश्यांनीं जगती वृत्तांतील मंत्रानें करावें. याप्रमाणें निरनिराळ्या विशिष्ट कर्मासंवंधानें निरनिराळीं विशिष्ट वृत्तें असावींत असें कल्पिलें आहे. वेदांत मुख्यतः सात वृत्तें येतात. १ गायत्री, २ उष्णिह्, ३ अनुष्टुभ्, ४ वृहती, ५ पंक्ति, ६ त्रिष्टुभ् आणि ७ जगती हीं तीं सात वृत्तें होत. गायत्री वृत्तांत २४ अक्षरें असून त्यापुढील वृत्तांतल्या अक्षरांची संख्या चाराचारानें वाढत गेली आहे. कोणत्याहि मंत्राचा ऋषि, देवता आणि छन्द हीं माहीत नसतां जर तो मंत्र म्हटला तर तें फार अपायकारक आहे, त्यापासून मोठी हानि होते, म्हणून प्रत्येक मंत्राच्या या तीनहि गोष्टी माहीत असल्या पाहिजेत. म्हणून वैदिक कर्म यथाविधि होण्याकरितां छन्दःशास्त्र शिकणें अवश्य आहे असें मानीत.

पिंगलाची छंदोविवृति.—वृत्तांवर अतिप्राचीन व उत्तम असा ग्रन्थ (छन्दोविवृति) पिंगल मुनींनीं लिहिला आहे. हाच वेदांग होय. ह्यांत ८ अध्याय आहेत. वर सांगितलेलीं वैदिक किंवा अलौकिक सात वृत्तें, आणि त्यांचे अवान्तर भेद यांचें निरूपण ह्या ग्रन्थाच्या शेवटच्या तीन अध्यायांत केलें आहे. इतिहास, पुराणें व इतर लौकिक पद्यग्रंथ यांत जीं लौकिक वृत्तें असतात त्यांचें वर्णन पहिल्या पांच अध्यायांत आहे. प्राचीनांनीं पिंगलग्रंथाला महत्त्व दिलें याचें कारण पद्धतशीर असा प्राचीन ग्रंथ तेवढाच होता. पण छंदःशास्त्राच्या वाढीचा इतिहास लिहूं इच्छिणारास पिंगलाकडेसच लक्ष देऊन पुरेसें होणार नाहीं. पिंगलपूर्व छंदःशास्त्रीय ज्ञान काय होतें तें इतिहासकारानें ऋग्मंत्र, यजुर्वेद, अथर्ववेद ब्राह्मणें, श्रौतसूत्रें, अनुक्रमणी इत्यादि ग्रंथ तपासून वर्णिलें पाहिजे.

छंदःशास्त्र व संगीतशास्त्र यांतील भेद व त्यांचा परस्परसंवंध.—छंदःशास्त्र आणि संगीतशास्त्र हीं दोन एकमेकांशीं संवद्ध शास्त्रें आहेत. उच्चार हळू किंवा मोठ्यानें होऊं शकतो. उच्चाराचा हळूपणा किंवा मोठेपणा लक्षांत घेऊन जेव्हां उच्चारांची योजना विशेष कर्णमधुर करण्याचा प्रयत्न करण्यांत येतो तेव्हां त्यास आपण संगीत म्हणतों. एका सुरावर किंवा एका किमतीच्या स्वरांत देखील शब्दांतर्गत भाषाविशिष्ट आघाताच्या साहाय्यानें, किंवा उच्चार करण्यास जो कमीजास्त वेळ लागतो तेवढ्याकडेसच लक्ष देऊन, आपण अक्षरमाला कर्णमधुर करण्याचा प्रयत्न करतों, तेव्हां तीस आपण वृत्त किंवा छंद म्हणतों. छंदांत केवळ शब्दयोजनेच्या साहाय्यानेंच थोडेंवहुत संगीत उत्पन्न केलेलें असतें. म्हणजे संगीताचें वृत्त हें प्राथमिक स्वरूप होय. छंदःशास्त्र आणि संगीतशास्त्र हीं दोन्ही शास्त्रें फार जुनीं आहेत. तथापि असेंहि म्हणतां येईल कीं संगीतापेक्षां छंदःशास्त्राचा विकास अगोदर झाला असला पाहिजे. कां कीं, वहुतेक राष्ट्रांतील संगीत वृत्ताश्रयी आहे. संगीत आणि वृत्तें यांचा ऐतिहासिक संवंध येणेंप्रमाणें दाखवितां येईल. एखादें वृत्त तयार झालें म्हणजे तें वृत्त निरनिराळ्या चालींवर म्हणण्यांत येऊं लागतें. तें तसें म्हणण्यांत येऊं लागलें म्हणजे संगीतवेत्ता वृत्तांतील अक्षरांकडे दुर्लक्ष करून स्वरोच्चाराच्या उच्चनीचतेकडे व क्रमाकडेच लक्ष देऊं लागतो आणि म्हणण्याच्या चाली तयार करतो. पुढें असाहि काल येतो कीं, जेव्हां गाता किंवा संगीतज्ञ केवळ सुस्वरतेची म्हणजे कर्णमाधुर्याची कसोटी लावून केवळ स्वरमालिकाच तयार करतो; हिलाच आपण चाल किंवा साम किंवा इंग्रजींत म्यूझिक म्हणतों. म्यूझिक तयार झालें म्हणजे तें उत्पादण्यासाठीं मागाहून शब्दरचना करावयाची असाहि क्रम दिसून येतो. शब्दरचना झाली म्हणजे पुन्हां असें पहावें कीं ही शब्दरचना आघातनियमांनीं किंवा लघुदीर्घनियमांनीं मोजतां येते किंवा नाहीं. ती तशी मोजतां आली आणि मोजली गेली म्हणजे तें वृत्त झालें.

वृत्त आणि चाल यांमध्यें अधिकाधिक तफावत पडत जाते. ती इतकी कीं वृत्तांत जें लघु तें गातांना दीर्घ, आणि वृत्तांत जें दीर्घ तें गातांना लघु. असें होतां होतां पुढें संगीताची वृत्ताश्रयता मुळींच नाहींशी होते.

छंदःशास्त्राच्या इतिहासलेखनांतील क्रिया.—छंदःशास्त्राचा इतिहास द्यावयाचा म्हणजे दोन क्रिया कराव्या लागतील. (१) छंदःशास्त्राचें साहित्य जीं निरनिराळ्या प्रकारचीं वृत्तें तीं तपासावयाचीं; आणि (२) त्यांच्या साहाय्यानें भारतीयांचें छंदोज्ञान तपासावयाचें. पहिली क्रिया केली म्हणजे आपणांस भारतीयांच्या छंदोरचनाकौशल्याचें ज्ञान होईल व दुसरी क्रिया केली म्हणजे त्यांच्या शास्त्ररचनेच्या प्रयत्नांचा हिशेव घेतल्यासारखें होईल. ह्या दोनहि

क्रिया आपणांस कर्तव्य आहेत. वृत्तविकास, वृत्तरूपांतर, आघातवृत्त, अक्षरवृत्त, मात्रावृत्त, परकीय वृत्तशास्त्राचा परिणाम इत्यादि विषयांचें विवेचन छंदःशास्त्राच्या इतिहासांत आलें पाहिजे.

आजचें छंदःशास्त्र घेतलें तर त्यांत अनेक वृत्तें दिसून येतात. त्यांत गुरुलघुकल्पना व मात्रा इत्यादि गोष्टी आहेत, अक्षरगण आहेत, मात्रागण आहेत व यती आहेत. पदें वगैरे घेतलीं तर त्यांतहि पालुपद आहे व निरनिराळ्या चाली आहेत. या सर्व गोष्टी अगदीं प्राचीन काळीं अवगत होत्या काय? प्राचीनांनीं कविता वरोबर केली एवढ्यावरून प्राचीनांस कवितेचे नियम पद्धतशीर अवगत होते असें म्हणतां येत नाहीं. कां कीं, पद्धतशीर पदें लिहिणाऱ्या अनेकांना मात्राज्ञानहि नसतें. तर आपणांस हें पाहिलें पाहिजे कीं पद्याची शास्त्रीय विभागणी व तपासणी, अक्षरांची आणि मात्रांची मोजदाद इत्यादि गोष्टी आपल्या पूर्वजांनां कशा कशा अवगत झाल्या.

वेदकालापासून आजपर्यंतचा जो वृत्तोदधि आहे त्याच्या शास्त्रीय अभ्यासांत खालील मुद्दे विचारासाठीं घेतले पाहिजेत.

(१) वेदकालीन वृत्तें व त्यांचा वेदकालांतीलच विकास.

(२) वेदकालांत अशीं कांहीं वृत्तें होतीं काय, कीं जीं आज ग्रंथीं दृष्ट होत नाहींत परंतु त्यांचें अस्तित्व आपणांस उत्तरकालीन वृत्तांच्या अस्तित्वावरून विकासनियमांनीं काढतां येईल.

(३) वेदकालीन वृत्तांवरून उत्तरकालीन कवींच्या ग्रंथांत वापरलीं जाणारीं वृत्तें कितपत काढतां येतात.

(४) जीं वृत्तें आपणांस मराठी वगैरे प्राकृत कवितेंत आढळतात त्यांची परंपरा आपणांस वेदकालापर्यंत भिडवितां येईल काय.

ही मूलरूपविकासाची गोष्ट झाली; पण तेवढ्यानें वृत्तेतिहास संपत नाहीं.

छंदांच्या इतिहासाची संगति आपणांस जुळवावयाची म्हणजे आपणांस वैदिक वाङ्मयापासून सुरुवात करून आजचीं पदें आणि लावण्या यांच्या विकासापर्यंत इतिहास आणून सोडावयाचा. या इतिहासांत आपणांस दोनच क्रिया पहाव्या लागतील. एक क्रिया म्हटली म्हणजे पूर्वमूलक विकास आणि दुसरी क्रिया म्हणजे परकीय संस्कार. परकीय संस्कार आपणांस दोनच काल घेऊन तपासावयाचा आहे. मुसुलमान राष्ट्रांशीं संगतीचा काल आणि यूरोपीय राष्ट्रांच्या वर्चस्वाचे काल. या दोन कालांत परकीय संस्कार जे झाले ते मोजले म्हणजे फक्त देश्य विकास पहावयाचें बाकी राहतें. हा विकास तपासावयाचें साहित्य देखील अनेक भाषांत विखुरलेलें आहे. वैदिक वाङ्मयांतर्गत वृत्तें, महाराष्ट्रीसारख्या वाङ्मयांतील वृत्तें, संस्कृत पद्धतशीर अक्षरगणात्मक आणि मात्रागणात्मक वृत्तें आणि आजच्या मराठी व इतर देशी भाषांतील पदांत दृग्गोचर होणारे छंद या सर्व प्रकारच्या साहित्याचा अभ्यास करून तो इतिहास काढावयाचा आहे. आजचीं पदें काय आणि स्वराघातविहीन पाणिनीय संस्कृत वाङ्मयांतलि छंद काय, त्यांचें स्वरूप एका दृष्टीनें सारखें आहे. अक्षरगण आणि मात्रागण लक्षांत घेऊन वृत्ताची शुद्धता या दीर्घकालांत पहावी लागते. मंत्ररचनाकालांत अक्षरगणवृत्तें आणि मात्रागणवृत्तें यांऐवजीं आघातलक्षी वृत्तें असणें शक्य आहे. जर तीं तशीं असलीं तर भाषा निराघात होऊन त्याबरोबर छंदोरचनेंत फेरवदल झाला असें होईल.

प्राचीनांचें वृत्तज्ञान समजून घेतांना प्रथम ऋग्वेदांत असलेलीं वृत्तें पहाणें हें आपलें कामः आहे. तसेंच कोणत्या वृत्तांचीं नांवें वेदांत आलीं आहेत हेंहि आपणांस पाहिलें पाहिजे. वृत्तांस नांवें दिलीं म्हणजे पद्धतशीर शास्त्ररचनेस थोडीबहुत सुरुवात झाली असें म्हणतां येईल.

ऋग्वेदोल्लेख.— ऋग्वेदांतील ऋचांचें संपूर्ण अवलोकन केलें असतां असें आढळून येतें कीं, छंदःशास्त्र मागाहून तयार झालें पण मंत्ररचना चालू असतांच त्या शास्त्राच्या घटनेस सुरुवात झाली होती. निरनिराळ्या छंदांचे पुढें दिल्याप्रमाणें ऋग्वेदांत उल्लेख आले आहेत.

शक्करी छंद.—गायत्रं त्वो गायति शक्करीषु (१०. ७१, ११).

अनुष्टुभ् छंद.—अनुष्टुभमनु चर्चूर्यमाणं(१०.१२४,९).

सात छंदांचा उल्लेख.—अग्ने [१] र्गायत्र्यभवत् सयुग्वा [२] उष्णिहया सविता सं बभूव ।
[३] अनुष्टुभा सोम उक्थैर्महस्वान् बृहस्पते [४] र्बृहती वाचमावत् ।

[५] विराड् मित्रावरुणयोरभिश्रीरिंद्रस्य [६] त्रिष्टुविह भागो अन्हः ।
विश्वान्देवान् [७] जगत्याविवेश (१०. १३०, ४–५).

त्रिष्टुभ् छंद.–त्रिष्टुव् गायत्री छंदांसि सर्वाता (१०.१४, १६).

अर्काः त्रिष्टुभः सं नवंते (९. ९७, ३५).
त्रैष्टुभेन वाकं (१. १६४, २४).

तीन छंदांचा उल्लेख.—[१] गायत्रे अधि गायत्रमाहितं [२] त्रैष्टुभाद्वा त्रैष्टुभं निरतक्षत ।
यद्वा [३] जगज्जगत्याहितं पदं य इत्तद्विदुस्ते अमृतत्वमानशुः (१. १६४, २३).

जगती छंद.—जगता सिंधुं दिव्यस्तभायत् (१. १६४, २५).

गायत्री छंदः—गायत्रेण नवीयसा (१. १२, ११).
ता गायत्रेषु गायत (१. २१, २).
गायत्रेण समज्यते (१. १८८, ११).
गायत्रैश्चर्षणयः (८. १६, ९).

येणेंप्रमाणें ऋग्मंत्रांतच शक्वरी, अनुष्टुभ्, गायत्री, उष्णिह्, बृहती, विराट्, त्रिष्टुभ् , जगती, इत्यादि नांवें व अर्की

यासारखे वृत्तवाचक शब्द दिसून येतात. यासंबंधीं प्रारंभापासून वेदकालांतच विकास काय झाला याचा आपण विचार करूं.

छंदःशास्त्राचें नामकरण.-शास्त्रेतिहासामध्यें शास्त्राचें नामकरण हा एक महत्वाचा प्रश्न आहे. पुष्कळ शास्त्रांचें नामकरण झालें म्हणजे शास्त्र जन्मास आलें असें लोकांस वाटूं लागतें. यासाठीं आपण छंदःशास्त्राच्या नामकरणाकडे वळूं.

वेदकालीन वृत्तांनां 'छंदस्' हें नांव आहे, तथापि उत्तरकालीन वृत्तांनां देखील हा शब्द मधून मधून आज वापरण्यांत येतो. ह्या शब्दाचा अर्थस्पष्टीकरणपर परामर्श यास्क, शंकराचार्य, विनायक यांसारख्या जुन्या ग्रंथकारांनीं व वेस्टरगार्ड, ऑफ्रेक्ट, कुहन्, मुल्लर वगैरे पाश्चात्यांनीं घेतला आहे. "भारतीय अभ्यास" (ग्रंथ आठवा) ह्यामध्यें वेबरनें छंदःशास्त्रावर एक मोठा पांडित्यपूर्ण लेख लिहिला आहे. त्या लेखांत ह्या शब्दाचा अर्थ 'इच्छागान' व पर्यायानें 'वृत्त' असा केला आहे. इच्छा, इच्छागान, वृत्त हे तीनहि अर्थ सारखेच खरे आहेत असें त्याचें मत आहे. कारण, ह्या सर्वांचा उगम छंद् = इच्छा करणें या एकाच धातुपासून होतो आणि 'छंद' याचा अर्थ 'मनाला प्रसन्न करणारें गानामध्यें रुचिर असें वृत्ताचें रूप' असा आहे. 'छंद' शब्दाच्या अर्थनिर्णयासाठीं किंवा अर्थवाद म्हणून ब्राह्मणांमध्यें 'छंदस्' शब्दाची फोड वरीलप्रमाणेंच केली आहे. शतपथ ब्राह्मणांत ८. ५, २१ मध्यें "वृत्तांनीं त्याला संतुष्ट केलें म्हणून वृत्तांनां 'छंदस्' म्हणतात" अशीं या शब्दाची व्याख्या केली आहे.

छंदाचें ग्रंथोक्त महत्त्व.—प्राचीनांनीं ह्या शब्दाची वरीच विवरणें दिलीं आहेत. देव स्वतः यज्ञांतील कृत्यें वृत्तांच्या साहाय्यानेंच करतात; व वृत्तांच्या साहाय्याशिवाय हीं कृत्यें होणें शक्य नाहीं, मग नुसता मनुष्य स्वतः दीक्षित असला तरी वृत्तांच्या मदतीशिवाय हीं कृत्यें कसा करणार; अशा तऱ्हेचे विचारहि व्यक्त झाले आहेत.

वेदग्रंथांत उपयोगांत आलेलीं वृत्तांचीं नांवें.—वृत्तांचीं नांवें सांपडणें व त्यांचा उपयोग होणें या क्रियांत अंतर मोठें आहे. ज्या वृत्ताचें नांव प्राचीन तें वृत्त प्राचीन असा प्रकार मुळींच नाहीं. ऋक्संहितेमध्यें जरी वेदकालीन बहुतेक सर्व वृत्तें उपयोगांत आणलीं आहेत तरी नामनिर्देशपूर्वक उल्लेख असा थोड्याच वृत्तांचा केला आहे, हें पूर्वीच्या अवतरणांवरून कळून येईल. वृत्तनामें सर्व प्रचलित स्वरूपांत सांपडत नाहींत. एका वृत्ताचें नांव अनुष्टुस् असें न येतां निराळ्या स्वरूपांत आलें आहे. म्हणजे अनुष्टुभ् हें वृत्तनाम हळू हळू स्थिर झालें असावें. हें विकृत नांव आलें तें तरी "आनुष्टभ" असें आलें आहे; व तें प्राचीनतेच्या दृष्टीनें कमी महत्वाच्या अशा उत्तरकालीन दहाव्या मंडलांत आढळतें. बाकीच्या छंदांपैकीं 'जगती' हें वृत्त पहिल्या मंडलांतल्या एकाच सूक्तांत सांपडतें आणि हें सूक्त ब्राह्मण काळांतलें धरलें जातें. सबंध ऋक्संहितेंतील उत्तरकालीन भागांतसुद्धां 'गायत्री' व 'त्रिष्टुभ्' हीं नांवें फारच कमी वेळां सांपडतात.

वृत्तनामें यजुर्वेदांतील निरनिराळ्या शाखांत व इतर वेदांच्या ब्राह्मणांत पुष्कळ ठिकाणीं सांपडतात. ब्राह्मण ग्रंथांच्या वेळीं छंदःशास्त्राला बरेंच परिणत स्वरूप आलें होतें. वृत्तांचें आध्यात्मिकदृष्ट्या महत्त्वमापन करण्याचाहि प्रयत्न वैदिक वाङ्मयांत दिसून येतो; आणि त्या प्रयत्नाचा परिणाम, वृत्तांची यादी व अनुक्रम यांवरहि झालेला आहे. गायत्री, त्रिष्टुभ् व जगती हीं तीन मुख्य वृत्तें होत असें मानीत. चार दिशांप्रमाणें चार वस्तू काय आहेत अशा विधिविषयक कूट प्रश्नांच्या उत्तरांमध्यें चार दिशा व चार वृत्तांचीं नांवें येतात; व अनुष्टुभ् हेंच येथें चवथें वृत्त धरतात. काठक १९४. २०, १ या उल्लेखांत वृत्तांची संख्या चार आहे असा सामान्य निर्देश आहे. पुढें वृत्तसंख्या आणि वृत्तनामें वाढलेलीं दिसतात. पांचवें वृत्त 'पंक्ति' व सहावें वृत्त 'अतिच्छंदस्' हें होय. कधीं कधीं 'उष्णिह्' हें सहावें वृत्त दिलें आहे. शेवटचीं वृत्तें सोडून दिलीं तर गायत्री, त्रिष्टुभ्, जगती, अनुष्टुभ् व पंक्ति (अतिच्छंदस्) असा अनुक्रम मांडतां येईल. हा अनुक्रम सर्वांत जुना असून त्यांत वृत्तांची कमी अधिक पवित्रता विचारांत घेतलेली दिसते.

इतरत्र उल्लेखिलेली वृत्तांची संख्या.—वृत्तांची यादी मुख्यतः आपणांस अग्निचयनामध्यें ठिकठिकाणीं सांपडते. प्रत्येक इष्टका गूढ अर्थाची द्योतक असते. त्यांत आढळणाऱ्या 'सतो बृहती' या नांवावरून ह्या वेळीं छंदःशास्त्राची परिभाषा बरीच वाढली होती असें दिसतें. ही परिभाषा कांहीं गूढ गोष्टींवर अवलंबून नसून वृत्तविषयक प्रमाणांवर अवलंबून आहे ही गोष्ट विचारांत घेण्यासारखी आहे; व यज्ञविषयक वाङ्मयांतील छंदांच्या उल्लेखांवरून ही गोष्ट उत्तम रीतीनें सिद्ध होते.

आतां वृत्तसंख्येकडून आपण वृत्तस्वरूपाकडे वळूं. पुढील विवेचनापूर्वी सूचक वाक्य एवढेंच सांगावयाचें कीं, प्राचीन काळीं मात्रेस महत्व नसून पादांतील अक्षरसंख्येसच महत्व होतें.

'सप्तच्छंदांसि चतुरुत्तराणि विराडष्टमानि' हें छंदःशास्त्राचें प्राचीन पण महत्त्वाचें सूत्ररूपी विधान होय. ह्यामध्यें पहिलीं सात वृत्तें हीं त्यांच्या अक्षरांच्या संख्येवर अवलंबून असून प्रत्येक छंद आपल्या मागल्या छंदापेक्षां चार अक्षरांनीं जास्त मोठा असा हा नियम आहे, व आठवें वृत्त 'विराट्' आहे. ह्यांतील अक्षरांची संख्या ठरलेली नाहीं. कधीं कधीं एका पादामध्यें दहा अक्षरें असतात व कधीं कधीं ३०, ३३, ४० अक्षरें असतात.

"वृत्तांची संख्या सात आहे" असा उल्लेख पुष्कळ 'ब्राह्मण' व 'सूत्र' ग्रंथांतून आला आहे; आणि बहुत

करून ह्या उल्लेख म्हणजे वर सांगितल्यासारखाच होय. सर्वांत जुना निर्देश ऋग्वेदामध्यें पहिल्या मंडळांत आहे तो — गायत्रेण प्रतिमिमीत अर्कं, अर्केण साम, त्रैष्टुभेन वाकम्। वाकेन वाकं द्विपदा चतुष्पदाऽक्षरेण मिमीते सप्त वाणीः ॥ असा आहे. याप्रमाणेंच आणखी कांहीं निर्देश संदिग्धपणें सांपडतात. अक्षरसंख्येच्या पायावर भारतीय छंदःशास्त्र रचलें गेलें. अक्षरसंख्या हीच प्राचीन छंदःशास्त्राचें मूलतत्त्व होय हें पूर्वोक्त विवेचनावरून स्पष्ट दिसून येतें. ह्या कालीं वृत्तविषयक विवेचनांत यापेक्षां मुळींच भर पडली नाहीं. मात्रांचा मुळींच हिशेब केला जात नव्हता, अक्षरांचा लघु, गुरु असा भेद केला जात नव्हता, तर तीं नुसतीं मोजलीं जात असत. 'छंदोमानं' म्हणजे छंदांचें परिमाण हा शब्द अक्षरसंख्येवरूनच सार्थ झाला.

छंदःशास्त्रांतलि अक्षरसंख्यामहत्त्वास अपवाद.— या अक्षरगणनातत्त्वावर फार जोर देऊन उपयोगी नाहीं. कारण 'एक दोन अक्षरें कमी किंवा जास्त असल्यानें कांहीं विघाड होत नाहीं' असें बऱ्याच ठिकाणीं म्हटलेलें आहे. असें जरी आहे तरी अक्षरांची संख्या हेंच मूलतत्त्व समजलें गेलें आहे. ही गोष्ट यज्ञयागादि कर्मकाण्डांतल्या आचारपद्धतींतील नेहमींच्या उपयोगावरून स्पष्ट दिसून येते. विधींकरितां किंवा अर्थवादिक तुलनेकरितां जर कांहीं विशिष्ट ऋचा लागणाऱ्या असतील, परंतु त्या विशिष्ट ऋचांतील अक्षरांची संख्या जर पाहिजे तितकी नसेल,तर पुन्हां अक्षरविभागणी होई. ऋचेच्या स्वरूपाकडे किंवा तदंतर्गत विषयाकडे लक्ष न देतां अक्षरें मोजून तीं वृत्ताच्या अक्षरसंख्येप्रमाणें विभागलीं जात आणि ज्या वृत्तामध्यें असुक इतकीं अक्षरें आहेत त्या वृत्तामध्येंच त्या ऋचा लिहिल्या आहेत असें समजत.

अक्षरसंख्यामहत्त्व आणि प्रगाथाची घटना.— प्रगाथ नांवाचें पठन सुद्धां ह्याच तत्त्वावर केलें आहे. प्रगाथ म्हणण्याची ही संकीर्ण पद्धति ऋक्संहितेंतल्या बऱ्याचशा भागाच्या उत्पादनकालीं असावी अशी वेवरनें आधार न देतां समजूत व्यक्त केली आहे.

वृत्तकल्पना पालुपद तयार करण्यांत पूर्णपणें व्यक्त होते. वृत्तकल्पना मात्राश्रयी असेल तर पालुपद देखील मात्राश्रयी असलें पाहिजे. वैदिक कालीं पालुपद हें अक्षरसंख्याश्रयी होतें मात्राश्रयी नव्हतें हें प्रगाथविषयक विवेचनावरून स्पष्ट होईल. प्रगाथांतील पुनरुक्ति अक्षरसंख्याक होती. येथें थोडेंसें प्रगाथस्पष्टीकरण केलें पाहिजे.

प्रगाथ म्हणजे काय.— ऋग्वेदाच्या आठव्या मंडळाच्या काल्पनिक द्रष्टयास प्रगाथ म्हणतात. ऋग्वेद मंडळ ८ याला प्रागाथमंडल म्हटलें आहे (ऐ. आरण्यक२.२,१). अनुक्रमणीप्रमाणें आठव्या मंडळांतील१, १०, ४८, ५१ ते ५४ या सूक्तांचा द्रष्टा प्रगाथ आहे व त्याला अनुक्रमणी घोरपुत्र म्हणते. ऋग्वेदांत प्रगाथाचा व्यक्तिवाचक उल्लेख नाहीं. आठव्या मंडळांत पुष्कळ ऋचा प्रगाथ छंदांत आहेत. प्रगाथ हें नेहमींचें वृत्त नव्हे. तर मूळ वृत्ताची कृत्रिम मोडतोड करून प्रगाथ बनविण्यांत येई. होता नामक ऋत्विज जें शस्त्र पठन करतो त्यांतील पहिल्या तीन ऋचांनां स्तोत्रिया व दुसऱ्या तीन ऋचांनां अनुरूपा असें नांव आहे. जेव्हां या स्तोत्रिया व अनुरूपा नामक ऋचा तीन तीन नसून दोन दोनच असतात तेव्हां त्यांनां, अथवा ज्या दोन ऋचांच्या कांहीं विशिष्ट प्रकारानें तीन ऋचा केल्या जातात त्या ऋचांनां प्रगाथ ही संज्ञा देतात. या प्रगाथांनां त्या मंत्रांतील देवतांवरून ब्राह्मणस्पत्यप्रगाथ, इंद्रनिहवप्रगाथ, सामप्रगाथ, मरुत्वतीयप्रगाथ, अच्युतप्रगाथ अशीं निरनिराळीं नांवें दिलीं आहेत. प्रगाथस्वरूप आश्वलायनसूत्रानें (५. १५) 'तां द्वे तिस्रस्कारं शंसेत्। चतुर्थषष्ठौ पादौ पुनरभ्यसित्वा' असें वर्णिलें आहे. प्रगाथाच्या दोन ऋचांच्या तीन ऋचा बृहती छंदांत करणें याला 'बार्हतप्रगाथ' असें नांव आहे. त्या तीन ऋचा करतांना प्रगाथाच्या दोन ऋचांच्या आठ चरणांपैकीं चौथा आणि सहावा चरण यांचा पुनःपुनः अभ्यास म्हणजे पठन करावयाचें. उदाहरणार्थ,

१ प्रनूनं ब्रह्मणस्पतिर्मंत्रं वदत्युक्थ्यं। यस्मिन्निंद्रो वरुणो मित्रो अर्यमा देवा ओकांसिचक्रिरे ॥

२ तमिद्वोचे माविदथेषु शंभुवं मंत्रं देवा अनेहसं। इमांच वाचं प्रतिहर्यतानरोविश्वेद्वामावो अश्नवत् ॥

या प्रगाथाच्या दोन ऋचा. यांच्या बृहतीछंदांत तीन ऋचा करावयाच्या. बृहती छंदाचीं अक्षरें ३६ आहेत. तीन ऋचा करावयाचा प्रकार पुढील प्रमाणें:—

(१) प्रनूनं ब्रह्मणस्पतिर्मंत्रंवदत्युक्थ्यं। यस्मिन्निंद्रो वरुणो मित्रो अर्यमा देवा ओकांसि चक्रिरें ३

(२) देवा ओकांसि चक्रिरे देवा ओकांसि चक्रिरे। तमिद्वोचे माविदथेषु शंभुवं मंत्रं देवा अनेहसों ३

(३) मंत्रं देवा अनेहसं मंत्रं देवा अनेहसं। इमांच वाचं प्रतिहर्यता नरो विश्वेद्वामावो अश्नवों ३ ॥

वरील उदाहरणांत प्रगाथाच्या दोन ऋचांच्या आठ चरणांपैकीं चौथा आणि सहावा या चरणांचें पुनः पुनः पठन केल्याचें आढळून येईल.

वृत्त आणि पाद यांत पूर्वोत्तरता.— संस्कृत वृत्ताचें स्वरूप पाहिलें असतां सामान्यतः असें वाटतें कीं पाद हा प्रथम शोधला गेला असावा आणि त्याच्या समुच्चयानें वृत्त बनलें असावें. ही समजूत अनुभवांतीं खरी ठरत नाहीं. वाक्यास गाण्याच्या हेलावर गाण्याचा प्रयत्न व्हावा आणि त्याचे विटाळ्यासारखे तुकडे पाडले जावेत ही विकासपद्धति दिसते. संपूर्ण वृत्त अगोदर, नंतर त्याची पादांत विभागणी, पुढें त्याची पादांशांत विभागणी आणि शेवटीं पादांश घेऊन नवीन वृत्ताची योजना हा विकासक्रम मंत्रकालांतहि दिसून येतो. उत्तरकालीन वृत्तविकासांत हा

क्रम स्पष्टपणानेंच दिसतो. शालिनीच्या पहिल्या चार गुरु अक्षरांनंतर एक नगण व एक सगण घातला म्हणजे मंदाक्रांता झाली. मंदाक्रांतेंत थोडासा फेरबदल झाला (पहिल्या चार गुरु अक्षरांनंतर एक यगण व एक लघु अक्षर घातलें) म्हणजे स्रग्धरा झाली. शिखरिणीचा पूर्वभाग घेऊन मंदाक्रांतेचा उत्तरभाग जोडला म्हणजे मेघविस्फूर्जितावृत्त झालें. या प्रकारचाच क्रम वैदिक कालांतसुद्धां दिसून येतो.

" सप्तच्छंदांसि चतुरुत्तराणि " ही पद्धति जरी प्रत्येक वृत्ताची एकता स्पष्ट करिते, तरी अर्धपाद आणि पद अशा तऱ्हेची वृत्तविभागणी बरीच प्राचीन कालापासून चालत आली असावी. ऋग्वेदाच्या पहिल्या मंडलामध्यें जगत्पदं याचा गौण अर्थ जगती छंदांतील पाद असा आहे व 'द्विपाद्' आणि 'चतुष्पाद्' ह्यांचा दोन पाद असणाऱ्या व चार पाद असणाऱ्या ऋचा असा अर्थ आहे. अथर्ववेद ९. १०, १९ मध्यें असें म्हटलें आहे कीं, 'प्रमाणानें ऋचांचें पादनियमन करण्यांत त्यांनीं अर्ध्या ऋचेनें सर्व चालणाऱ्या वस्तू नियमित केल्या.' येथें 'प्रमाण' शब्दानें वृत्ताच्या अक्षरांची संख्या समजली पाहिजे. जंगम पदार्थांचें नियमन ह्यानें एका विशिष्ट पादाच्या मानानें बरेंच मोठें वृत्तांच्या घटनेचें नियमन असा अर्थ दृष्ट आहे. वाजसनेयि संहिता १९. २५ (अर्धऋचैरुक्थानां रूपं पदैराप्नोति निविदः) येथें असें म्हटलें आहे कीं, अर्धऋचा उक्थांचें स्वरूप निश्चित करतात आणि पद हें निविद् नामक अरिष्टशांतिप्रार्थनांचें स्वरूप ठरवितें. येथें 'पद' ह्या शब्दाचा अर्थ ऋचेचा चतुर्थ भाग असा नसून ऋचेचा अवयव असा त्याचा सामान्य अर्थ आहे. कारण निविद् ह्या जरी लहान आहेत तरी त्या ऋचेच्या सुमारें चतुर्थ भागाइतक्या मोठ्या असतात. पद या शब्दाचा हाच सामान्य अर्थ सगळीकडे दिसून येतो. उदाहरणार्थ, जेव्हां एकपदा, द्विपदा, त्रिपदा, पञ्चपदा, षट्पदा किंवा सप्तपदा असें आपण म्हणतों, तेव्हां त्या त्या ऋचांनां एक, दोन, तीन, पांच, सहा, किंवा सात असे अवयव असतात. अर्धऋचा, किंवा ऋचांचे अवयव कसे म्हणावेत ह्यासंबंधानें ब्राह्मण आणि सूत्र वगैरे विधिविषयक ग्रंथांतून बरेच नियम आले आहेत. यावरून असें स्पष्ट होतें कीं वृत्ताचें सामुच्चयिक एकत्व आणि त्याचे स्वाभाविक यती पाहून विभाग करणें आणि विभागांची पुनरुक्ति व आलटापालट इत्यादि क्रिया करणें वगैरे गोष्टी वैदिक वाङ्मयाच्या पूर्णतेपूर्वी प्रचलित होत्या. आणि त्या क्रिया आपण जाणूनबुजून करीत आहों अशी तत्कालीनांची भावनाहि होती.

विशिष्ट वृत्तविषयक उल्लेख.— प्रत्येक वृत्तावर असलेल्या विधिविषयक ग्रंथांतील ठिकठिकाणीं सांपडणाऱ्या आधारांचें आतां पौराणिक कथांकडे व रहस्यार्थांकडे लक्ष देऊन वर्गीकरण करूं.

गायत्री.— सर्व छंद पूर्वी चारच अक्षरांचे होते, असें ऐतरेय ब्राह्मणांत म्हटलें आहे [छंदांसि वै तत्सोमं राजानं अच्छाचरंस्तानिहतर्हि चतुरक्षराणि चतुरक्षराण्येव च्छंदांसि... (३. २५)]. त्रिष्टुभ् व जगती हे दोन छंद गायत्रीशीं भांडले व तुझ्याजवळ जास्त असणारीं चार अक्षरें आम्हांस दे असें म्हणाले. नंतर दोघेजण देवांच्याकडे भांडण मिटविण्याकरितां गेले. परंतु अखेर देवांनीं गायत्रीसारखाच निकाल दिला. अशी कथा ऐतरेय ब्राह्मणांत ३. २८ येथें आहे. त्याचप्रमाणें आठ अक्षरांची गायत्री, ११ अक्षरांचा त्रिष्टुभ् व १२ अक्षरांची जगती कशी झाली याविषयीं कथा (ततोवाअष्टाक्षरागायत्र्यभवदेकादशाक्षरात्रिष्टुब्द्वादशाक्षराजगती) हि ३. २८ येथें आहे. गायत्रीच्या प्रत्येक पादामध्यें आठ अक्षरें असतात व सर्व पाद मिळून चोवीस अक्षरें असतात असें पुष्कळ ठिकाणीं म्हटलें आहे; व जेथें जेथें म्हणून आठ वस्तूंचा समुच्चय किंवा २४ वस्तूंचा समुच्चय वादाचा विषय आहे तेथें तेथें गायत्रीचा उल्लेख येतो. आठ अक्षरें असून नववें 'प्रणव' हें कधीं कधीं येतें म्हणून गायत्रीला 'नवाक्षरा' असेंहि म्हणतात. ह्या छंदाचा अग्नि ह्या देवतेशीं निकट संबंध आहे; व त्या देवतेशीं ह्याचें तादात्म्य झालें आहे. अग्नीचा छंद असा ह्या छंदाचा निर्देश केला जातो. त्याचप्रमाणें गायत्री ह्या देवतेचें अग्नि ह्या देवतेशीं ऐक्य झाल्याचाहि निर्देश आहे. सदरहूप्रमाणें अग्नीचें आठ वसूंशीं आणि गायत्रीशीं ऐक्य दिसून येतें. अग्निदेवतेचीं सूक्तें बहुतकरून गायत्री छंदांतच रचिलीं आहेत. कारण, गायत्री छंदांतच तीन भुवनांच्यापैकीं एक 'पृथिवी' हें अग्नीचें स्थान सांपडतें आणि तीन सवनांच्यापैकीं सकाळचा यज्ञ किंवा प्रातःसवन हें गायत्री छंदांतल्या अग्निसूक्तांत सांपडतें. जें त्याचें आदि आहे, ज्याच्या योगानें त्याला वर्चस्व आलें आहे तें सर्व गायत्री छंदांत आहे.

उष्णिह्.—उष्णि या छंदासच 'चतुरुत्तराणि' पद्धतीप्रमाणें उष्णिह् असें म्हणतात. ह्या शब्दाचा अर्थ 'प्रसव' म्हणजे दुसऱ्या वस्तूपासून झालेली वाढ हा होय. हा अर्थ ह्या वृत्ताच्या आकाराशीं जुळतो. त्यामध्यें आठ, आठ, बारा अशीं अक्षरें असतात.

ककुभ् छंद.—हा उष्णिह् छंदाचाच एक प्रकार आहे. ह्या दोनहि स्वरूपांविषयीं एक कथा 'ब्राह्मणांत' आहे.

पुरउष्णिह्.— हा देखील उष्णिहचाच एक विशिष्ट भेद आहे.

अनुष्टुभ्.— हा तिसरा छंद होय. हा फारच महत्त्वाचा आहे. ऋग्वेद १०. १२४, ९ येथें असें म्हटलें आहे कीं 'ऋषींनां आपल्या अध्यात्म दृष्टीनें असें दिसलें कीं जोराच्या बोलावण्यानें इंद्र लागलाच येतो.

एका ब्राह्मणउताऱ्यामध्यें या छंदाचें विवरण आहे असें यास्काचार्यांनीं लिहिलें आहे. अनुष्टुभ् आपल्या चवथ्या

पादामुळें मागें राहतो व तीन पादांच्या गायत्रीमागें लंगडत लंगडत येतो असें त्यांत वर्णन आहे.

गायत्री प्रजापतीच्या पायापासून उत्पन्न झाली वगैरे अर्थाविषयीं व उगमाविषयीं विविध खुलासे सांपडतात.

पिपीलिकामध्या.— ह्या नांवाचा अनुष्टुभाचा एक विशिष्ट भेद आहे. ह्या छंदामध्यें तीन पाद असून त्यांपैकीं दोन प्रत्येकीं बारा अक्षरांचे असतात व तिसरा आठ अक्षरांचा असतो. हें नांव मुंगीच्या आकारावरून आलें हें स्पष्ट दिसतें. कारण मुंगीच्या शरीराचा मध्यभाग बारीक असतो.

बृहती.— वैदिकवाङ्मयांत चवथा महत्त्वाचा छंद म्हणजे 'बृहती' हा होय. हा ३६ अक्षरांचा असतो. 'बृहती' म्हणजे 'मोठी' हें नांव बहुतकरून १२ अक्षरांचा मोठा पाद तींत असतो ह्यावरून पडलें असावें. ह्या छंदाविषयीं कांहीं कथा 'ब्राह्मण' ग्रंथांतून सांपडतात. ह्या छंदाला सर्व छंदांचा तारक व दीप्ति असें म्हटलें आहे. त्याचप्रमाणें ह्या छंदाला स्वयंप्रकाशित असें म्हटलें आहे. हा छंद सर्व छंदांमध्यें येतो व सर्व छंद ह्याच्या ठिकाणीं एकत्र होतात ह्या गोष्टीवरून बृहतीला वरील विशेषण मिळालें असावें. म्हणूनच जेथें विधिविषयक ग्रंथांत अमुक अनुष्टुभ् किंवा श्लोक ह्या ग्रंथांत आहेत अशी संख्या दाखवावयाची असते तेथें बृहती हें मूलपरिमाण धरलें आहे.

प्रगाथघटनेमध्यें बृहतीचा कसा उपयोग होतो हें मागें दिलें आहे. बृहती ३६ अक्षरांची असते ही गोष्ट पुष्कळ ठिकाणीं दिलेली आहे. आणि ह्या छंदनामाचा ३६ वस्तूंच्या समुच्चयाच्या प्रश्नोत्तरांतील स्पष्टीकरणांत व ३६ वस्तूंचें माहात्म्य दर्शविण्याकरितां उपयोग केला आहे. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे 'बृहती' हा शब्द ३६ संख्येचा द्योतक झाला. त्याचप्रमाणें 'अयन' आणि 'बृहती' हीं एकच आहेत असें म्हटलें आहे. कारण १२ पौर्णिमा, १२ अष्टका व १२ अमावास्या त्यांत येतात.

'सतोबृहती' असा 'बृहती' या छंदाचा दुसरा एक भेद आहे. ह्या छंदामध्यें बृहतीप्रमाणें एका श्लोकार्धांतच १२ अक्षरें असतात असें नव्हे तर दोन्हीहि अर्धांमध्यें १२ अक्षरें असतात.

पंक्ति.— पांचव्या छंदाचें नांव 'पंक्ति' असें आहे. हा ४० अक्षरांचा असतो. तो आपल्या 'पांचपणा' ह्या नांवाप्रमाणें पांच पादांचा असून प्रत्येक पाद आठ अक्षरांचा असतो. ब्राह्मण ग्रंथामध्यें 'पञ्चपाद' अशी प्रत्यक्ष संज्ञा ह्या छंदास दिलेली आढळते. आठ अक्षरांच्या पांच पादांचा एक पंक्ति. ह्याशिवाय विधिविषयक ग्रंथांतून पांच अक्षरांचें एक वृत्त असा 'पंक्ति' छंद सांपडतो.

'पदपंक्ति'.— नांवाचा पांच अक्षरांच्या पांच पादांचा एक छंद आहे. तो मागाहून आला असावा. 'अक्षरपंक्ति' हें वरील छंदासच नांव असावें. 'विष्टरपंक्ति' नांवाचा पंक्तीचा एक भेद आहे. पिंगलाचार्यांनीं सतोबृहतीला 'सतःपंक्ति' असें नांव दिलें आहे.

त्रिष्टुभ्.— सहावा छंद 'त्रिष्टुभ्' हा होय. हा ४४ अक्षरांचा आहे. 'तीन स्तुभांनीं' म्हणजे खंडांनीं युक्त असा ह्याचा अर्थ आहे. ह्याचें कारण पुढें दिल्याप्रमाणें आहे. प्रत्येक पादाच्या शेवटीं वाचतांना थोडासा विराम जरूर आहे व शेवटचा विराम ऋचेच्या शेवटीं येत असल्यानें तो मोजण्याची जरूर नाहीं म्हणून तो छंद तीनच विरामांनीं युक्त असा होतो. अशा तऱ्हेनेंच 'त्रिष्टुभ्' व 'जगती' हीं एका पादानंतर दुसरा, अशीं म्हणतात.

त्रिष्टुभ् हा ऋग्वेदसंहितेमध्यें सर्वांत जास्त ठिकाणीं आलेला छंद होय.

इंद्र व मरुत् ह्या देवतांचीं बहुतेक सूक्तें ह्या छंदांत लिहिलेलीं आहेत. ह्या छंदाचें तीन वस्तूंतील मधलीशीं ऐक्य आहे, किंवा मधली ह्या छंदापाशीं आहे असें हा छंद दाखवितो असा त्याविषयीं अर्थवाद करण्यांत आला आहे. तो अकरा अक्षरांचा आहे असा उल्लेख पुष्कळ ठिकाणीं येतो.

जगती.— शेवटचा छंद म्हटला म्हणजे 'जगती' हा होय. हा ४८ अक्षरांचा असतो. 'जगती' म्हणजे चालणारा —जिवंत असणारा— हें नांव बहुतकरून त्याच्या अक्षरसंख्येवरून पडलें असावें. द्युलोक आणि अंतरिक्ष ह्यांचा एक तृतीयांश म्हणजे सर्व आदित्य ह्यानें व्यापले आहेत. ऋग्वेद १. १६४, २५ येथें असें म्हटलें आहे कीं 'द्युलोकांतील सिंधु हा अंतरिक्षाशीं जगतानें म्हणजे जगती छंदानें जोडला गेला आहे.' ह्या छंदाचें पृथ्वीशीं कधीं कधीं तादात्म्य करतात. परंतु हा घोटाळा पृथिवीचें जें 'जगती' म्हणून नांव आहे त्याच्या योगानें उत्पन्न होतो. ह्याच व्युत्पत्तिविषयक कारणानें ह्या छंदाचा जनावरांशीं संबंध लावला जात असावा. प्रत्येक तीन वस्तूंपैकीं तिसरी वस्तु ह्या छंदाजवळ आहे. उदाहरणार्थ, संध्याकाल, पावसाळा वगैरे. ह्या छंदाचा प्रजापतीच्या मध्यापासून म्हणजे उदरापासून उगम झाला. कोणत्याहि १२ वस्तूंच्या समुच्चयाला हा शब्द लावतात व अठ्ठेचाळीस ही संख्या ह्या छंदाच्या नांवानें दाखविली जाते.

विराज्.— चोवीस अक्षरांनीं पूर्ण अशा गायत्रीपासून सुरू होऊन प्रत्येकीं ४ अक्षरांनीं वाढत जाऊन शेवटीं अठ्ठेचाळीस अक्षरांच्या होणाऱ्या ह्या सात छंदांशिवाय एक 'विराज्' ह्या नांवाचा आठवा छंद आहे. ह्याची दहा अक्षरांचे चार पाद अशी विभागणी करतां येते.

ह्या छंदाचा चाळीस अक्षरांचा असा एक व बरेच ठिकाणीं येणारा असा तीस अक्षरांचा एक असे दोन भेद आहेत. विराज् म्हणजे प्रकाशणारा, विविध ठिकाणीं प्रकाशित होणारा असा अर्थ आहे. दुसरा एक असा विराज् आहे कीं त्याचा पाद दहा अक्षरांचा नसून तो अकरा अक्षरांच्या तीन पादांनीं बनतो. ह्यांतील अक्षरें तेहेतीस

आहेत. व हा छंद अनुष्टुभ् आणि बृहती ह्यांच्यामधील एक पायरी आहे. ह्या छंदाला विशेष महत्त्व देण्याचें कारण असें कीं, ह्यामध्यें उष्णिह्, गायत्री, त्रिष्टुभ्, अनुष्टुभ् वगैरे सर्व छंदांचे गुण आहेत.

स्वराज्.—स्वतःला प्रकाशित करणारा ह्या नांवाचा दुसरा एक छंद आहे. ह्याची रचना अगदीं स्वतंत्र व अनियमित आहे. हा अनियमित आहे हेंच ह्या छंदाचें महत्त्व आहे. दहा अक्षरांचे दोन पाद व अकरा अक्षरांचे दोन पाद मिळून म्हणजे विराज् [१०×४] मध्यें व पंक्ति [८×५] मध्यें दोन जास्त अक्षरें मिळविलीं असतां 'स्वराज्' होतो असें म्हटलें आहे. दुसऱ्या एके ठिकाणीं चौतीस अक्षरांच्या 'स्वराज्' चा उल्लेख केला आहे. आणखी एके ठिकाणीं तर असें स्पष्ट लिहिलें आहे कीं चौतीस अक्षरांचा प्रत्येक छंद स्वराज् आहे. ह्या व इतर ठिकाणीं आपणांला पुढील छंदःशास्त्राच्या परिभाषेचा गाभाच सांपडतो.

वर दिलेल्या आठ वृत्तांच्या नांवांखेरीज वेदकालीन वाङ्मयामध्यें आणखी कांहीं वृत्तें सांपडतात त्यांत अतिच्छंद हें महत्त्वाचें वृत्त आहे.

अठ्ठेचाळिसांपेक्षां जास्त अक्षरें असणाऱ्या कोणत्याहि वृत्ताला 'अतिच्छंद हें सामान्य नांव आहे. मोजावयाच्या जुन्या पद्धतीनें अतिच्छंद हें वृत्त सहावें येतें. हें वृत्त 'सहा' ह्या संख्येचें द्योतक आहे. वेबरनें त्याचे गुण व अतिच्छंद शब्दाचे अर्थ दिले आहेत. पुढें ह्याच वृत्ताला 'शक्करी' असें म्हणूं लागले व शक्करीला 'सप्तपदा' असें म्हणत. शक्करी शब्दाचा सात पादांच्या रचलेल्या ऋचा, असा अंदाजानें अर्थ लावण्यांत आला आहे.

ध्रुपदरचना.—ध्रुपद हें ऋग्वेदामध्यें, प्रत्येक 'अतिच्छंदा'मध्यें व ब्राह्मणामध्यें बरेच ठिकाणीं येतें. यज्ञयागादि विधींमध्यें गांभीर्य येण्याकरितां विशिष्ट पादांची पुनरावृत्ति करतात व हिलाच ध्रुपद म्हणतात. यज्ञयागांतील पाठ म्हणण्याच्या नियमांत बरीच घुसडाघुसड झाली आहे. त्याचप्रमाणें पुनरावृत्ति, इकडचा भाग तिकडे व उलटापालट वगैरे दोषहि त्यांत आहेत. पद्याच्या अर्थाकडे किंवा संबद्धतेकडे व एकीभावाकडे मुळींच लक्ष दिलें गेलें नाहीं. ध्रुपदाच्या पुनरावृत्तीचें विशिष्ट मूलतत्त्व यास्काचार्यांनीं थोडक्यांत पुढीलप्रमाणें दिलें आहे. 'अभ्यासे भूयांसमर्थं मन्यंते.' परुच्छेप ह्या ऋषीच्या सूक्तांतहि बरेच ठिकाणीं ध्रुपद येतें व व्यास परुच्छेप ऋषीची पद्धत असें म्हणतात. ऋग्वेदामधील अतिच्छंद वृत्तांतील सर्वांत जास्त म्हणजे एकंदर एकशेंअडतीसपैकीं अठ्याहत्तर सूक्तें ह्याच ऋषीचीं आहेत; आणि परुच्छेप ऋषीच्या सूक्तांचा पृष्ठ्यषळह नांवाच्या विधींतल्या सहाव्या दिवशीं विनियोग आहे. या 'पृष्ठ्यषळहा' मध्यें अतिच्छंद वृत्तांचाच उपयोग करतात. परुच्छेप सूक्तांत दुसरा व तिसरा पाद आणि सहावा व सातवा पाद ह्यांतील शेवटच्या शब्दांपुरतीच यमकासारखी पुनरावृत्ति आढळते व तीहि बहुतकरून दोन व जास्तींत जास्त पांच शब्दांपुरतीच आहे.

परंतु ध्रुपदरचना ही ऋग्वेदामध्यें अतिच्छंदापुरतीच आहे असें नाहीं. कधीं कधीं सबंध पाद तर कधीं दोन पाद असें ध्रुपद होऊन, सबंध सूक्तांत, किंवा त्याच्या कांहीं भागांत तीं दिसतात. उदाहरणार्थ दुसऱ्या मंडलांतल्या बाराव्या सूक्तांत 'स जनास इंद्रः' हें सुंदर ध्रुपद प्रत्येक ऋचेंत येतें. कधीं कधीं ध्रुपद ऋचेच्या मध्यभागीं किंवा सुरुवातीस येतें. कांहीं ठिकाणीं एक सबंध ऋचा एकामागून एक येणाऱ्या सूक्तांमध्यें ध्रुपद म्हणून येते, आणि ह्यायोगानें ही सूक्तश्रेणि परस्परसंबद्ध आहे असें कळतें.

वैदिक छंदःशास्त्राच्या वाढीमध्यें ज्या क्रिया झाल्या त्या क्रियांमध्यें अत्यंत प्राथमिक क्रिया म्हटली म्हणजे वृत्तपाद एक एक अक्षरानें वाढत जाणें. ही क्रिया होत असतांना तत्कालीन शास्त्रज्ञ तिच्यावरून नियम काढून त्या नियमांनीं वृत्तांची वाढ नियमित करण्याचा प्रयत्न करीत होते. त्यांनीं अस्तित्वांत असलेलीं वृत्तें मोजून तीं नियमांनीं बांधलीं तरी नवीन वृत्तें निघण्याची क्रिया संपली नाहीं. किंवा पूर्वीचेच निराळ्या वृत्तांतले मंत्र सांपडले. तेव्हां वृत्तशास्त्रास अधिकाधिक पुरवण्या जोडाव्या लागल्या. वैदिक छंदःशास्त्राच्या अभ्यासांत या पुरवण्या वारंवार दिसून येतात.

वृत्तें सात आणि विराज् आठवें असें म्हणण्यांत कलेची अतिशास्त्रता, शास्त्राचें कलानुवर्तित्व आणि वाढलेल्या कलेचा पूर्वोक्त शास्त्रीय वाक्यांशीं मेळ घालण्याची धडपड या गोष्टी दिसून येतात. वृत्ताचें दीर्घत्व आणखी वाढलें तेव्हां अतिच्छंद ही संज्ञा तयार झाली. आणि जेव्हां ही संज्ञा पुरविण्याचा तोडगा वृत्तांची लांबी आणखी वाढून निरुपयोगी ठरला तेव्हां कृती उत्पन्न झाल्या.

छंदःशास्त्र आणि कृति.—छंदःशास्त्राच्या उत्तरकालीन इतिहासांत 'कृति' नांवानें सामान्य निर्देश केलेल्या वृत्तांच्या सात वाढींचा विचार केला पाहिजे.

ह्या पूर्वींच्या 'सात अतिच्छंदांहून' निराळ्या असून शेवटच्या अतिच्छंदापेक्षां ह्यांत चार अक्षरें जास्त असतात. ऋग्वेदसंहितेमध्यें एकहि 'कृति' नाहीं. परंतु वाजसनेयि संहितेमध्यें 'संस्कृति' नामक प्रकाराशिवाय 'कृति' छंदाचे बाकीचे सर्व प्रकार येतात. 'ब्राह्मण' व 'सूत्र' ग्रंथांतील छंदःपद्धतींमध्यें ह्या 'कृति' वृत्तांचा मुळींच उल्लेख नाहीं. वरील विधानास एक अपवाद शतपथ ब्राह्मणांत असून तेथें एका वृत्ताचें नांव 'विकृति' असें दिलें आहे. हाच उतारा कात्यायनानें दिला आहे. हलायुध व महीधर ह्या दोघांचें असें मत आहे कीं, ह्या 'विकृती'सच 'कृति' म्हणावें. त्या वृत्ताला 'कृति' हें नांव प्राप्त होण्यास त्यांत ऐशीं अक्षरें असावयास पाहिजेत. परंतु त्यांत तर फक्त त्र्याहत्तरच अक्षरें आहेत. त्याला 'विकृति' म्हणावें तर त्यांत अठ्याऐशीं अक्षरें

नाहींत. वरील महत्त्वाच्या भेदावरून उद्धृत उताऱ्यांतील कृति हा शब्द उपर्युक्त कृति वृत्ताच्या सात प्रकारांचा द्योतक घ्यावयाचा नसावा असें अनुमान निघतें. एवढेंच नव्हे, तर ह्या पुराव्यावरून 'कृति' नामक छंदःपद्धति त्या काळीं विद्यमान होती असें सिद्ध होणें उलट कठिणच जातें. परंतु हें कांहींहि असलें, तरी पुढें निश्चितावस्थेस प्राप्त झालेल्या पारिभाषिक शब्दांनां ह्या ठिकाणीं सुरुवात होते ही गोष्ट कोणीहि नाकबूल करणार नाहीं.

ज्याप्रमाणें पूर्वी 'शक्करी' हें नांव एका विशिष्ट पद्यसमुच्चयास लावीत असत व नंतर त्या पद्यसमुच्चयाच्या वृत्तास शक्करी हें नांव लावण्यांत आलें, त्याप्रमाणें ह्या एका खऱ्या 'विकृति' पदापासून निघालेल्या नांवाचा इतर सदृश वृत्तांच्या ठिकाणीं अतिदेश करण्यांत आला असावा. असल्या प्रकारच्या सर्व नांवांच्या उत्पत्तीस वरील गोष्ट कारण झाली असावी. किंवा कदाचित् ह्या दोन्ही म्हणजे 'कृति' व 'विकृति' या नांवांचा संबंध केवळ काकतालीयहि असेल. कारण, असलेंच दुसरें 'संकृति' हें नांव एका सामास लाविलेलें असून त्याचा 'कृति' छंदाशीं कोणत्याहि प्रकारचा संबंध नाहीं.

कृति हा समुच्चय भाषेंतील सर्व धार्मिक ग्रंथ वृत्तस्वरूपांत असावे ह्या इच्छेनें उत्पन्न केला गेला असावा असें वाटतें. तथापि, भाषेंतील जास्त अक्षरें असणाऱ्या बड्या ग्रंथांबरोबर लहान गद्य ग्रंथहि आपल्या ताब्यांत असावे अशी तत्कालीनांनां इच्छा झाली होती. ह्या इच्छेमुळेंच त्यांनीं वृत्तांनां व्यवस्थित रूपें व नांवें दिलीं. इतकेंच नव्हे तर 'कृति'सारख्या वृत्तहीन गद्य उताऱ्यांनां सुद्धां सुव्यवस्थित रूप दिलें. मोठ्या ग्रंथाप्रमाणें पुढें हाच न्याय लहान ग्रंथांसहि लागला. उत्तरकालीन पद्धतींत बऱ्याच वृत्तांनां योग्य नांवें मिळालीं. ब्राह्मणकालामध्येंच ह्या नामकरणव्यवस्थेस सुरुवात झाली होती असें स्पष्ट दिसून येतें. देव वृत्तांचें रूप घेऊन पृथ्वीवर आले अशी कथा ब्राह्मणांत दिली आहे; व देवांचीं, असुरांचीं, मनुष्यांचीं, पिशाचांचीं, व मरुतांचीं वृत्तें अशी वृत्तांची वांटणीहि झाली आहे.

वेदोत्तर ग्रंथांतील खास छंदःशास्त्रीय भाग.—अशा ग्रंथांच्या पूर्वोत्तरतेविषयीं जें कांहीं आपणांस ठाऊक आहे तें हें कीं, (१) 'शांखायन श्रौतसूत्रांतील अध्याय (७,२७) सर्वांत जुना आहे असें वेबरचें मत असून त्यानंतर (२) निदानसूत्रांतील पहिलीं दोन पटलें येतात. त्याच्या मागून (३) ऋक्प्रातिशाख्यांतले शेवटले तीन अध्याय येत असून पुढें मग ऋग्वेदांतील (४) दोन अनुक्रमणींचा वृत्तविषयक भाग व (५) शुक्लयजुर्वेदांतील कांहीं भाग येतात. सर्वांच्या शेवटीं (६) पिंगलाच्या छंदःशास्त्रांतील वेदवृत्तविषयक भाग येतो. अशी ही अनुक्रमवार रचना आहे. ही पूर्वापार कालविशिष्ट मांडणी ह्या ग्रंथांच्या योग्यतेवर कांहीं अंशानें अवलंबून आहे; व आंत असणाऱ्या वृत्तविषयक माहितीवरहि बरीच अवलंबून आहे. त्याचप्रमाणें त्या ग्रंथांच्या वेळीं छंदःशास्त्र कोणत्या अवस्थेप्रत आलें होतें ह्या गोष्टीवरहि ती अवलंबून आहे.

यज्ञकर्मप्रसंगीं होत्यानें जें शंसन करावयाचें तें करतांना निरनिराळ्या वृत्तांतील ऋचांचें शंसन कोठें पदशः तर कोठें अर्धर्चशः करावें लागतें. म्हणून कोणत्या ऋचेचे किती चरण हें समजण्याकरितां शांखायनानें केलेलें स्पष्टीकरण देतों.

शांखायन श्रौतसूत्रांतील उतारा.—

१ त्रिपदा गायत्री. २ उष्णिह्. ३ पुरउष्णिह्. ४ ककुभ्. ५ विराट्च पूर्वा. ६ चतुष्पदोत्तराविराट्. ७ बृहती. ८ सतोबृहती. ९ जगती. १० अनुष्टुभ्. ११ त्रिष्टुभ्च. १२ पंचपंक्तिः. १३ षट्सप्तेत्यतिच्छंदसां. १४ सहिशर्धोनमारुतमित्यष्टौ. १५ द्वौ द्विपदायाः. १६ तेऽष्टाक्षराः प्रायेण. १७ द्वादशाक्षरा जगत्याः. १८ तृतीयौ चोष्णिग्बृहत्योः. १९ सतोबृहत्याश्च प्रथमतृतीयौ. २० मध्यमः ककुभः. २१ प्रथमःपुरउष्णिहः. २२ एकादशाक्षरा त्रिष्टुब्विराजोः. २३ उत्तरस्यादशाक्षराः २४ तामक्षरपंक्तिरित्यप्याचक्षते. २५ पंचभिः पंचाक्षरैःपदपंक्तिः. षळप्यष्टाक्षरा जगत्याः. २७ एकेन द्वाभ्यामित्यूनके निचृत्. २८ अतिरिक्ते भुरिक्. २९ संपाद्य पादभागेनाहार्यस्यर्चः संमितास्तस्य पादभागेन संपन्नाः. ३० गायत्र्युष्णिहावनुष्टुब्बृहत्यौ पंक्तिश्च त्रिष्टुब्जगत्यावित्यानुपूर्व्ये छंदसां चतुर्विंशत्यक्षरादीनां चतुरुत्तराणां (शांखायन श्रौ. सू. ७।२७).

अर्थ.—गायत्री छंदाचे आठ आठ अक्षरांचे तीन चरण. उष्णिह् छंदाचे आठ अक्षरी दोन चरण व बारा अक्षरी तिसरा चरण. विराट्पूर्वा नामक छंदाचे दहा दहा अक्षरी तीन चरण. उत्तराविराट् छंदाचे चार चरण. त्याचप्रमाणें बृहती, सतोबृहती, जगती, अनुष्टुभ्, त्रिष्टुभ् या छंदांचे चार चरण. पंक्ति छंदाचे पांच चरण. अतिच्छंद नामक छंदाचे सहा अथवा सात चरण. द्विपदा नामक दोन चरणांच्या ऋचेचे आठ अक्षरी दोन चरण. गायत्री छंदापासून द्विपदा छंदापर्यंतच्या सर्व छंदांचे चरण बहुधा आठ आठ अक्षरी असतात. जगती छंदाचे बारा अक्षरी चार चरण. उष्णिह् आणि बृहती छंदाचे तीन चरण; पैकीं तिसरा बारा अक्षरी व पहिला आणि दुसरा आठ अक्षरी. सतोबृहती छंदाचे चार चरण; पैकीं पहिला, तिसरा बारा अक्षरी आणि दुसरा, चौथा आठ अक्षरी. ककुभ् छंद तीन चरणी. पैकीं दुसरा बारा अक्षरी व पहिला, तिसरा आठ अक्षरी. पुरउष्णिह् छंद तीन चरणी; पैकीं पहिला बारा अक्षरी व बाकीचे आठ अक्षरी; तीन चरण असून प्रत्येक चरणांत अकरा अक्षरें असलेलें पूर्वाविराट् नामक वृत्त होय. चार चरण असून प्रत्येक चरणांत दहा अक्षरें असलेलें वृत्त उत्तराविराट्. या वृत्ताला अक्षरपंक्ति हेंहि नांव आहे. पदपंक्ति छंदाचे पांच पांच

अक्षरी पांच चरण. ह्या गायत्रीचा पोटभेद आहे. जगती छंदाचे बारा अक्षरी चार चरण; परंतु केव्हां केव्हां आठ अक्षरी सहा चरणहि होतात. गायत्रीच्या अक्षरांपैकीं एक अथवा दोन अक्षरें कमी असल्यास त्या छंदास निचृत् व अक्षरें जास्त असल्यास त्यास भुरिक् असें म्हणतात.

एखाद्या छंदाच्या अमुक ऋचांचा संग्रह करावयाचा असल्यास, अक्षरांच्या संख्येच्या योगानें दुसऱ्या एखाद्या छंदाचा संग्रह करून भरती करतात. उदाहरणार्थ, बृहती छंदाच्या सहा ऋचा घ्यावयाच्या असल्यास गायत्री छंदाच्या नऊ ऋचा घेतात. कारण गायत्रीच्या नऊ ऋचांचीं २१६ अक्षरें होतात, व बृहती छंदाचीं ३६ अक्षरें असल्यामुळें २१६ अक्षरांत बृहती छंदाच्या ६ ऋचा होतात.

गायत्री, उष्णिह्, अनुष्टुभ्, बृहती, पंक्ति, त्रिष्टुभ् आणि जगती या वृत्तांचीं अक्षरें उत्तरोत्तर चार चार संख्येनें अधिक आहेत. उदाहरणार्थ, गायत्री छंदाचीं २४, उष्णिह् छंदाचीं २८, अनुष्टुभ् छंदाचीं ३२, याप्रमाणें उत्तरोत्तर अधिक अक्षरें जाणावीं.

नि चृ त् व भु रि ज्.–एखादें वृत्त जर एक दोन अक्षरांनीं कमी असेल तर त्यास ‘ निचृत् ’ म्हणजे कापलेलें म्हणावें व जर एखाद्या वृत्तांत एक दोन अक्षरें जास्त असतील तर त्यास ‘ भुरिज् ’ म्हणजे लादलें गेलेलें असें म्हणावें.

हा शांखायनी नियम अगदींच नवीन आहे. कारण, ब्राह्मण ग्रंथांमध्यें पुष्कळ ठिकाणीं असें म्हटलें आहे कीं एक दोन अक्षरें कमी असल्यास कांहीं विघडत नाहीं; व येथें तर विशिष्ट अक्षरांचा नियम आहे. म्हणून हा नियम छंदःशास्त्राच्या परिभाषेची वाढ होत आहे ही गोष्ट दाखवतो. ही वाढ अशीच सारखी चालू राहून वर लिहिलेलीं दोन नांवें (निचृत् व भुरिज्) हीं ‘ एकच ’ अक्षर जेथें कमी किंवा अधिक असेल तेथें लावण्यांत आलीं. आणि ‘ दोन ’ अक्षरें कमी किंवा अधिक असतील त्यांनां ‘ विराज् ’ व ‘ स्वराज् ’ अशीं नवीन नांवें देण्यांत आलीं. हा वृत्तविषयक माहितीचा गाभा ब्राह्मण ग्रंथांसंबंधानें विचार करतांनाच आपल्या निदर्शनास आला. वरील उल्लेखांशिवाय ‘निचृत्’ व ‘भुरिज्’ हीं नांवें प्रथम ‘ देवताध्याय ’ ग्रंथामध्यें ह्या अर्थानें आलेलीं आहेत.

वरील ग्रंथांत आपणांस पूर्वी माहीत नसलेला असा फारच थोडा भाग आहे. परंतु ‘ निदानसूत्रांतल्या बऱ्याच भागांत अगदीं अलीकडे केलेलीं अशीं छंदःशास्त्राविषयींचीं विधानें सांपडतात व ह्यावरून निदानसूत्र, ह्या शास्त्राची वाढ होत असतां निःसंशय सर्वांत शेवटीं झालें असें सिद्ध होतें. वरील प्रत्येक ग्रंथाचा ऋक्प्रातिशाख्याशीं असणारा निकट संबंध वेबरनें दाखविला आहे.

निदानसूत्रें.—आतां निदानसूत्रांकडे लक्ष देऊं. त्यांतील महत्त्वाचे मुद्दे येणेंप्रमाणेः—

पा द.—आतांपर्यंत छंदःशास्त्रामध्यें अक्षरसंख्येला जास्त महत्व दिलेलें दिसून आलें. परंतु आतांच प्रथमतः उपांत्याच्या मात्रांवर उभारलेली वृत्तपद्धति आपणांस दिसून येते. ही पद्धत ऋग्वेदप्रातिशाख्यामध्यें आहे. कुह्न साहेबांनीं आपल्या ‘ वेदांतील वृत्तसंशोधन ’ ह्या ग्रंथांत ह्या नियमालाच ‘ मात्रांचा नियम ’ असें नांव दिलें आहे. व हा नियम वेदांतील सूक्तांतूनच स्पष्ट निघतो असें त्यांचें मत आहे. येथें ‘ वृत्ति ’ ह्या शब्दाच्या ऐवजीं ‘ वृत्त ’ हा शब्द वापरण्यांत आला आहे. ‘ गायत्री चतुष्पदा ’ येथें नवीनच दृष्टोत्पत्तीस येते.

उष्णिह् छंदासंबंधानें एक नवीनच गोष्ट सांगण्यांत आली आहे. अनुष्टुभ् छंदासंबंधानें दोन नवे नियम दिले आहेत. बृहतीसंबंधानें कांहीं नवीन माहिती दिली आहे. पंक्ति छंदाचे प्रकार दिले आहेत. त्रिष्टुभ् व जगती या वृत्तांसंबंधीं कांहीं माहिती देऊन विराज्, अतिच्छंद, व मध्यंतरीं येणारीं वृत्तेंहि दिलीं आहेत. अतिच्छंदाचा अर्थ व त्याचे प्रकार दिले असून मध्यंतरीं असणाऱ्या वृत्तांचे सातसातांचा एक असे तीन समुदाय केले आहेत. ‘ द्वापर ’ वृत्तेंहि या ग्रंथांत आलीं आहेत.

स दो ष वृ त्तें.—निचृत् आणि भुरिज् ह्यांमध्यें अनुक्रमें एक कमी व एक अधिक अशीं अक्षरें असतात. त्रेता आणि कलि हीं देखील अशाच प्रकारचीं वृत्तें आहेत. पुढील चार मुद्दे लक्षांत ठेवले म्हणजे वृत्त सहज ओळखूं येतें. हे मुद्दे म्हटले म्हणजे पाद, अक्षरें, जात व स्थिति हे होत.

दे वां चीं वृ त्तें.—प्रजापतीचें वृत्त येथें दिलें असून देव व असुर यांचींहि वृत्तें दिलीं आहेत. श्लोक हा शब्द पद्य ह्या सामान्य अर्थानें येथें वापरला आहे.

य ती उ र्फ वि रा म स्था नें.—तीन, चार, पांच, सहा, सात किंवा आठ पादांच्या पद्यांत यतिस्थान कोठें घ्यावें ह्याविषयीं पिंगलकानें निर्देश केला आहे, पण तो वैदिक वृत्तांसंबंधीं नसून उत्तरकालीन वृत्तांसंबंधीं आहे.

अ क्ष र सं को चा दि प्र का रां नीं के ले ली वृ त्त र च ना.—अक्षरसंकोच (प्रश्लिष्टम्), दीर्घीकरण (अभिनिहितम्), लोप (क्षिप्रसंधि), छेदन (उपाहृतम्) व पूर्ण स्वराचें अर्धस्वरांत पर्यवसान ह्यांचाहि विचार करण्यांत आला आहे.

वरील नियमांवरून ही एक गोष्ट निदर्शनास येते कीं, वैदिक ग्रंथांचें आजचें वर्णोच्चारदर्शक स्वरूप, ज्या मूळच्या परिस्थितींत हे ग्रंथ लिहिले गेले तेव्हांच्यापेक्षां भिन्न आहे. मूळ परिस्थितींतील वर्णोच्चारदर्शक स्वरूपासंबंधानें कुह्न साहेबानें केलेल्या संशोधनास परंपरागत दंतकथांनींहि पाठिंबाच मिळतो.

दुसऱ्या पटलांतील शेवटचें पद्य पहिल्या पटलाच्या सुरुवातीचा आधार घेतें व त्या पद्यामुळें हीं दोन्ही पटलें

एकच विषय सांगणारीं व पूर्ण आहेत ह्या गोष्टीला पुष्टि येते.

सारांश, पद्यभागाचा विस्तार कसा झाला व उपांत्याच्या लघुगुरुत्वावरून एखादें वृत्त कसें ओळखावें यासंबंधीं माहिती या पुस्तकावरून मिळूं शकते. नेहमींचे सात छंद व विराज् हे यांत निरनिराळे विवरण करून दाखविले आहेत. अतिच्छंदाचे सात समुदाय व मध्यंतरीं असलेल्या एकवीस वृत्तांचे समुदाय अशा दोन समुच्चयांचाहि यांत विचार केला आहे. पुढील भागांत सदोष वृत्तें आणि त्यांचे व्यवस्थित आकार देऊन त्यांचें नियमन व त्याचप्रमाणें देव व असुर ह्यांचीं कल्पित वृत्तें दिलीं आहेत. याशिवाय पद्य म्हणतांना विराम कोठें घ्यावा, सदोष वृत्तांत अक्षरें कोठें घालावीं व कोठें एका पदाचे तुकडे करावयास पाहिजेत हें सर्व यांत दिलें आहे.

छंदःशास्त्राची वाढ.—वैदिकवृत्तविषयक तिसरा ग्रंथ म्हटला म्हणजे ऋक्प्रातिशाख्य हा होय. यांत शेवटच्या भागांत छंदांचा विचार केला असून कोणते स्वर पद्याच्या कांहीं भागांत दीर्घ होतात हें दिलें आहे. तिसरें पटल महत्वाच्या दृष्टीनें गौण आहे.

वृत्तविषयक चवथा ग्रंथ म्हटला म्हणजे ऋग्वेदानुक्रमणीचा वृत्तविषयक भाग. वाजसनेयि संहितेचा कांहीं भाग हा पांचवा ग्रंथ होय. ह्या दोन ग्रंथांतील परस्परसंबंधाचा विचार येथें कर्तव्य नाहीं. ह्या दोन ग्रंथांपैकीं आधीं कोणता लिहिला गेला, दोन ग्रंथांतील सदृश व विसदृश स्थळें कोणतीं व कोणताहि ग्रंथ पूर्वकालीन धरला असतां त्यास अनुकूल व प्रतिकूल कारणें कोणतीं या विषयावर वेबरनें थोडेंसें विवेचन केलें आहे.

पिं ग ल.—ज्याला वेदकालीन म्हणतां येईल असा शेवटचा वृत्तविषयक ग्रंथ म्हटला म्हणजे पिंगलाचार्यांच्या छंदःसूत्राचा वेदांग ह्या नांवानें निर्दिष्ट केलेला भाग हा होय. पिंगलाचार्यांच्या ग्रंथांचे दोन पाठ आहेत. एक ऋग्वेदाचा व दुसरा यजुर्वेदाचा. ह्यांतील वृत्तविषयक भाग सामवेदाच्या तिसऱ्या पाठांत थोडाबहुत तसाच ठेवण्यांत आला आहे. हें परिशिष्ट गर्गाचार्यांनीं बरेच वेळां 'सामगानां छंदः' ह्या नांवानें उल्लेखिलें आहे. त्याचा निदानसूत्राशीं थोडासा संबंध आहे; परंतु तो भाग पिंगलाचार्यांच्या ग्रंथांतला उतारा आहे व त्यांतील आधार व पिंगलाचार्यांच्या ग्रंथांतील आधार हे जुळतात.

दुसऱ्या अध्यायामध्यें ऋक्प्रातिशाख्यांतील सात नांवांखालीं येणाऱ्या देव, असुर, प्रजापति, यजुर्वेद, सामवेद, ऋग्वेद व ब्रह्मन् ह्यांचीं वृत्तें विशद करून सांगितलीं आहेत.

तृतीय अध्यायांत अपूर्ण पाद, स्वरभक्ति व अर्धस्वर अशी विभजना करून पुरा करावा असें सांगून व अक्षरांची संख्या हीच ८ अक्षरांच्या गायत्री, १२ अक्षरांच्या जगती, १० अक्षरांचे विराज् व ११ अक्षरांचे त्रिष्टुभ् यांच्या चार पादांची द्योतक खूण आहे असें म्हटलें आहे. नंतर वरील वृत्तांमध्यें चार पादांनीं एक पूर्ण ऋचा होते असें सांगून मग प्रत्येक वृत्ताचा विचार केला आहे.

शंकुमती व ककुब्मतीवर सामान्य विधानें केलीं आहेत. पिपीलिकामध्या व यवमध्या ह्या शब्दांच्या अर्थाचें विवरण केलें आहे. निचृत्, भुरिज्, विराज्, स्वराज् वगैरे वृत्तांसंबंधानें कांहीं विधानें केलीं आहेत. हीं विधानें ऋक्प्रातिशाख्यांतील व अनुक्रमणीमधील विधानांशीं जुळतात. येथेंच असें लिहिलें आहे कीं पद्याचें वृत्त अनिश्चित असेल तर पद्याच्या सुरुवातीकडे म्हणजे पहिल्या पादाकडे व त्या ऋचेच्या देवतेकडे लक्ष द्यावें. बहुधा तो पाद, ज्या देवतेला स्तुति करून बोलाविलें असेल ती ज्या वृत्ताची अधिष्ठात्री असेल त्याच वृत्ताशीं जुळेल. ह्या व अशा असंबद्ध विवेचनांत वृत्तविषयक मूलतत्त्वाची कल्पना दिसत नाहीं. ह्यायोगानें वेदकालीन छंदःशास्त्र कसें नाश पावलें हें स्पष्ट दिसून येतें. शेवटीं कृति व अतिच्छंद वृत्तांचें वर्णविवेचन आहे.

येथें वेदकालीन ग्रंथांतलें वृत्तविषयक विवेचन संपलें. आतां आपणांला, लौकिक वृत्तांवर प्रमाणभूत म्हणून गणला जाणारा असा पिंगलाचार्यांचा छंदःसूत्र नांवाचा जो ग्रंथ आहे त्याचा परामर्श घेतला पाहिजे. हा वृत्तविषयाशीं संबद्ध ग्रंथ सर्व ग्रंथांनां प्रमाणभूत आहे. वैदिक वृत्तें व लौकिक वृत्तें यांवर पिंगलाचार्यांचे दोन निरनिराळे ग्रंथ नसून एकाच ग्रंथांत या दोहोंसंबंधीं माहिती दिली आहे.

पिंगलाचार्यांचें छंदःसूत्र.—वेदकालीन वृत्तांविषयीं या ग्रंथांत फारच थोडा विचार केला आहे. बहुतेक विधिविषयक ग्रंथांतून न येणाऱ्या वृत्तांनांच फार महत्व दिलें आहे. सदरहूप्रमाणेंच पाणिनीच्या व्याकरणाची स्थिति आहे. ह्या व्याकरणास व ह्यावरील कात्यायनानें व पतंजलीनें केलेल्या विवरणास व्याकरणविषयक वेदांग असें मधुसूदन वगैरे म्हणतात खरें; परंतु ह्या व्याकरणांत वेदांतील भाषेच्या व्याकरणाचा फारच थोडा विचार केल आहे.

वेबरनें पिंगल ह्या नांवाविषयीं व व्यक्तीविषयीं कांहीं माहिती दिली आहे. वृत्तविषयक वेदांगाचा कर्ता जो पिंगल तो एक सर्प (नाग) म्हणजे राक्षस होता अशी एक कथा आहे. कोलब्रूकचें असें मत आहे कीं ह्यानेंच पाणिनीच्या व्याकरणावर व योगशास्त्रावर पतंजलीचें नांव घेऊन टीका केल्या. पहिल्याच श्लोकांत त्यास पिंगलनाग असें संबोधिलें आहे. ह्या पुस्तकांतल्या पहिल्या बऱ्याच ओळी नाहींत असें आपणांस दिसून येतें; तेव्हां, हा निर्देश वरील कथेस अनुलक्षूनच असला पाहिजे. पिंगल हें नांव बहुतकरून कथापासून संभवतें हेंच येथें सांगण्याचा उद्देश आहे. दंतकथेंत व इतिहासांत असलेली

पिंगल व पिंगला ह्या नांवांविषयीं माहिती वेबरनें सोदाहरण दिली आहे.

ह्या ग्रंथाच्या उत्पत्तीच्या कालाची निश्चित कल्पना त्यांतील भाषेवरून व समाविष्ट विषयावरूनच करतां येणें शक्य आहे. यासंबंधांत वेबरनें आपल्या 'भारतविषयक अभ्यास' नामक ग्रंथाच्या आठव्या भागांत तपशीलवार विवेचन केलें आहे. त्यानें पिंगल कोणत्या ग्रंथकारास माहीत होता त्याविषयींचे आधार दिले असून कोणत्या कालीं हा ग्रंथ लिहिला गेला ह्याविषयीं अनुमान काढण्यास योग्य अशा ह्याच ग्रंथांतील आधारांचा विचार केला आहे. तसेंच त्यानें ऋग्वेदांतील व यजुर्वेदांतील पाठ कोणत्या परिस्थितींत सध्यां आहेत ह्याविषयींहि तेथें विवेचन केलें आहे.

ह्यावरून त्यानें काढलेलें अनुमान गर्गाचार्य षड्गुरुशिष्य ह्यांच्या ग्रंथांत आलेल्या व पंचतंत्रांतल्या आधारांनीं बळावतें.

ह्या ग्रंथाचे एक ऋग्वेदांतला व दुसरा यजुर्वेदांतला असे पाठ आहेत असें वर सांगितलेंच आहे. परंतु त्यांमधील भेद लक्षांत घेण्याजोगा नाहीं. दोन्ही ठिकाणीं दिलेलें मूळ तत्त्वदृष्ट्या खरेंच आहे किंवा नाहीं ह्याविषयीं जरी संशय असला, तरी तें स्पष्ट समजण्याजोगें आहे. याचें कारण आतांपर्यंत ह्या छोट्याशा ग्रंथास वृत्तविषयक प्रमाणग्रंथ ह्या नात्यानें जो मान मिळतो तो होय. ह्याकरितांच त्याचें काळजीपूर्वक रक्षण केलें जाऊन सांप्रत कालीं सुद्धां तो स्पष्ट राहिला आहे.

छंदःसूत्राची भाषाः—मागाहून जोडलेल्या प्रस्तावनेशिवाय त्यांतील बाकीचा भाग गद्य आहे ही गोष्ट महत्त्वाची असून ह्यावरून सूत्रवाङ्मयाचा समकालीन हा ग्रंथ असावा असें कळतें. थोडक्यांत विचार प्रकट करण्याची इच्छा व उत्तरकालीन वाङ्मयांतल्या ह्या भागाची महत्त्वाची खूण 'शब्दस्वल्पता,' असे दोन ह्या ग्रंथांतील लेखनपद्धतीचे विशेष आहेत. कांहीं कांहीं ठिकाणीं तर अवश्यक भाग सर्वचे सर्व गाळल्यानें अर्थहीन झालेले नियम कोड्यांप्रमाणें गूढ होतात व परंपरागत आलेलें त्यांचें स्पष्टीकरण वाचल्याशिवाय गाळलेले भाग कोणते आहेत हें कळणें दुरापास्त होतें. पाणिनीच्या सूत्रांप्रमाणेंच हीं सूत्रबद्धपद्धति कठिण आहे. ह्या ग्रंथांत आलेल्या व्याकरणांतील रूपांवरून सुद्धां सूत्रवाङ्मयाचा व ह्याचा संबंध होता असें दिसून येतें.

शब्दविषयक भागासंबंधानें विचार करतांना आपण फक्त शब्दाच्या रचनेकडे लक्ष देऊं. कारण शब्दाच्या अर्थाकडे लक्ष दिल्यास आपण आपला दुसरा मुद्दा जो 'ग्रंथांतर्गत विषयापासून कालनिर्णयासंबंधानें निघणारे आधार' तो हातांत घेतल्यासारखा होईल. छंदःसूत्राच्या शब्दसंग्रहांत विशेष प्रामुख्यानें दिसून येणारी गोष्ट म्हटली म्हणजे तीन अक्षरांच्या पादांच्या वृत्तांस दिलेलीं पारिभाषिक नांवें ही होय व त्यायोगानेंच पिंगलाचार्यांची सर्व पद्धति नियमित केली आहे. पिंगलाचार्यांनीं स्वतःच हीं नांवें निर्माण केलीं किंवा त्यांनां हीं अशींच कोठें तरी सांपडलीं हें नक्की सांगतां येत नाहीं.

विवक्षित संख्यादर्शक पदार्थांच्या नांवांची, अक्षरसंख्या दाखविण्यासाठीं शब्दांक म्हणून योजना पिंगलाचार्यांच्या शब्दसंग्रहांत आढळते हा आणखी एक त्यांच्या ग्रंथाचा विशेष आहे. येथेंच प्रथमतः चार महासागर, पंचमहाभूतें, षड्रस असल्या शब्दांचें कालनिर्णयाच्या दृष्टीनें महत्त्व दिसून येतें. तथापि ह्या शब्दांचें महत्त्व त्यांच्या उल्लेखांपेक्षां अनुल्लेखांतच वेबरला जास्त वाटतें. कारण हे अनुल्लिखित शब्द ज्या ज्या ग्रंथांत शब्दांकयोजनेची पद्धत अंगीकारलेली आहे त्या त्या ग्रंथांत आढळून येतात. उदाहरणार्थ, अग्निपुराणामध्यें छंदांची वृत्तविषयक मांडणी करतांना शर म्हणजे पांच (कामदेवाचे पांच बाण), ग्रह म्हणजे नऊ (नवग्रह), नाग म्हणजे आठ (आठ दिग्गज), असे उल्लेख आले आहेत. यावरून ह्या शब्दासंबंधींच्या संख्यांकबोधक कल्पना पिंगलाचार्यांचा ग्रंथ रचला गेला तेव्हां रूढ झाल्या होत्या असें दिसून येत नाहीं. उलट पक्षीं, पिंगलाचार्यांनीं वापरलेले पुष्कळ शब्द अलीकडले आहेत असें वेबरनें त्यांचीं कांहीं उदाहरणें देऊन स्पष्ट दाखविलें आहे.

सप्तस्वरांचीं नांवें सर्व हिंदुस्थानांतील वाङ्मयांत येथें प्रथमच आपणांस सांपडतात. बीजगणितांतले कांहीं पारिभाषिक शब्दहि या ग्रंथांत आले आहेत.

आतां आपण ह्या ग्रंथाच्या कालनिर्णयासंबंधानें तदंतर्गत विषयांतून मिळणाऱ्या आधारांचा विचार करूं.

यासंबंधीं पहिला आधार म्हटला म्हणजे ज्यांचा पिंगलाचार्यांनीं नामनिर्देश केला आहे असे आचार्य होत. त्यांचीं नांवें फारच पुरातन आहेत. क्रौष्टुकी, यास्क, तांडिन् वगैरे नांवें वेदकालीन वृत्तांचा विचार ज्याच्यांत केला आहे अशा तिसऱ्या अध्यायांत येतात. हीं सर्व वेदांतील प्राचीन कालचीं नांवें होत. तांडिन् ह्या नांवानें सामवेदांतील तांडिन् शाखेचा म्हणजे पंचविंशब्राह्मणांतील तांड्य शाखेचाच निर्देश केला असावा, यास्क ह्या नांवानें पुढें प्रसिद्धीस आलेला व निरुक्ताचा कर्ता जो यास्क त्याचाच निर्देश केला असावा व क्रौष्टुकी या नांवाचा ग्रंथकार यास्काच्या पुस्तकांत आलेला वैयाकरण असावा. आणि जर तिसरा अध्याय हा इतर अध्यायांपेक्षां जुना आहे असें धरलें, तर पिंगलाचार्यांनीं स्वतः हा भाग लिहिला असें ठरतें. इतर भागांमध्यें आलेलीं काश्यप, सैतव, रात, मांडव्य वगैरे आचार्यांचीं नांवें हीं उत्तरकालीन ग्रंथांत सांपडतात तरी ते पुरुष वेदकालीन खास होते. प्राच्यवृत्ति व उदीच्यवृत्ति ह्या नांवांच्या दोन वृत्तांवरून प्राच्य भाषा व उदीच्य भाषा असा भाषाभेद त्या कालीं मानला जात होता असें दिसतें. ही विभागणी पाणिनीमध्येंहि आढळते. ह्यावरून हिंदुस्थानांतील प्राच्य व उदीच्य भाग हे एकाच देशाचे अंश आहेत अशी त्या कालीं सुद्धां लोकांनां जाणीव होती हें स्पष्ट होतें.

पिंगलाचार्यांच्या वृत्तनामांत विपुल विषयवृद्धि दिसून येते. पिंगलाचार्यांनीं दिलेल्या सुमारें ६० लौकिक वृत्तांमध्यें बऱ्याच मोठ्या दर्जाचें शृंगारात्मक व भावात्मक काव्य आढळून येतें.

ह्या वृत्तांपैकीं बरींच वृत्तें ललनांच्या प्रेममय गुणविशेषांवर रचलेलीं आहेत व कांहीं स्त्रियांचें स्वरूप व सौंदर्य ह्यांवरहि रचलीं आहेत. यांतील कांहीं वृत्तांचीं नांवें त्या त्या वृत्तांच्या रचनेच्या पद्धतींचीं निदर्शक आहेत.

परंतु जेथें अशी स्थिति नाहीं अशीं कांहीं वृत्तनामें आहेत. यांपैकीं कांहीं पद्यांतून उसनीं घेतलीं असावींत व हीं पद्यें त्या विशिष्ट वृत्तांत लिहिलेलीं असून त्यांमध्यें या शब्दांस बरेंच महत्त्वाचें स्थान असावें. हीं पद्यें हें या वृत्तनामांचें उत्पत्तिस्थान होतें असें दिसतें. बहुतकरून हीं वृत्तें ह्या पद्यांच्या अगोदर एकतर अस्तित्वांत नव्हतीं व ह्या पद्यकारांनीं तीं प्रथमच लिहिलीं असावींत; किंवा पूर्वीं तीं अन्य नांवांखालीं मोडत असावींत. ज्या पद्यांत ह्या वृत्तांचीं नांवें येतात त्यांतूनच हीं नांवें घेतलीं होतीं असें गृहीत धरून चालणें अत्यंत महत्त्वाचें आहे. असें असण्याचा संभव आपणांस एकदम खोडून काढतां येणार नाहीं. तथापि असें म्हणतांना आपणांस प्रत्येक विशिष्ट उदाहरण तपासून पहावयास पाहिजे. कारण, ज्यांत त्या त्या वृत्तांचीं नांवें आहेत अशीं हीं पद्यें अगदीं अलीकडचीं असण्याचा संभव आहे. कदाचित् ज्यानें हीं उदाहरणें दिलीं आहेत त्यानेंच तीं स्वतः तयार केलीं असतील.

ऑफ्रेक्टनें दिलेल्या उदाहरणांवरून आपणांस त्या कालीं विधिविषयक काव्याच्या बरोबरच कांहीं लौकिक, शृंगारात्मक व भावात्मक काव्यांचा सुद्धां अभ्यास सूत्रग्रंथाचा अभ्यास करणाऱ्याकडून होत असे असा पुरावा मिळतो. शार्ङ्गधराच्या पद्धतींतून उद्धृत केलेले व वात्स्यायनाच्या कामसूत्रामधून घेतलेल्या गोनर्दीय व गोणिकापुत्र ह्यांच्या संबंधीं केलेल्या विधानांत असलेले, पाणिनीचे वंशस्थ व शिखरिणी वृत्तांतले शृंगारात्मक काव्याचे श्लोक ऑफ्रेक्टनें दिले आहेत. परंतु पिंगलानें केलेल्या वाङ्मयाच्या ह्या अंगाच्या निर्देशावरून तो कमी प्राचीन होता असें सिद्ध होत नाहीं.

ज्या ठिकाणीं वृत्ताचा अर्थ आणि त्याची रचना ह्यांचा संबंध येऊन वृत्त तयार होतें अशीं पुष्कळच वृत्तें आहेत. प्राण्यांचा आवाज किंवा त्यांच्या संबंधीं ह्यांचें अनुकरण कांहीं वृत्तांत असून पुष्कळ ठिकाणीं वृत्तांचीं त्यावरूनच नांवें ठरलीं आहेत. कांहीं नांवें वनस्पतिकोटींतून घेतलीं आहेत.

कांहीं नांवें देव आणि असुर ह्यांच्या नांवांपासून घेतलीं आहेत. पुढें वीररसकाव्यामध्यें येणाऱ्या वृत्ताचें श्लोक हें नांव अजून आढळत नाहीं. येथें त्याला वक्त्रम् म्हणजे मुख असें म्हटलें आहे. छंदःसूत्राच्या कालनिर्णयाला पोषक असे त्या ग्रंथांतील भाषेच्या शब्दसंग्रहाचे आधार एवढेच आहेत.

आतां आपण ज्या कालापाशीं आलों आहों त्या कालास स्थूलमानानें वैदिक सूत्रवाङ्मयाच्या शाखाविस्ताराचा म्हणजे ज्योतिःशास्त्र व बीजगणित एतद्विषयक वाङ्मयांच्या प्रारंभाचा काळ म्हणतां येईल. ह्या कालाची अधिक निश्चयात्मक व्याख्या देतां येत नाहीं.

वेदकालीन वृत्तांचें अक्षरांची संख्या हें मूलतत्त्व आहे. निदानसूत्रांतील उपांत्याच्या नियमांत व ऋक्प्रातिशाख्यांत फक्त मात्रांकडे लक्ष दिलें आहे. वृत्तांची अन्यव्यावर्तक अशी जी ही खूण ती निदानसूत्र फक्त पाळतें. त्याचप्रमाणें छंदःशास्त्रांतील वेदांत आलेल्या वृत्तांच्या चर्चेचा भाग सुद्धां हा नियम पाळतो. ह्या भागामध्यें सदोष पद्यांचीं लक्षणें देण्याचा निरर्थक व निरुपयोगी प्रयत्न केला आहे. उदाहरणार्थ, त्यांमध्यें असलेल्या देवता, वर्ण, स्वर, ऋषींचीं कुलें वगैरे हीं सदोष पद्यांचीं वृत्तलक्षणें कशीं होऊं शकतात हें कळत नाहीं. परंतु वैदिक वृत्तांसंबंधींच्या ह्या निर्बंधरहित व घोटाळ्याच्या नियमांच्याच जोडीला छंदःशास्त्रांत निर्बंधयुक्त, विचार करून बसविलेले व बारीक सारीक भेद लक्षांत आणून देण्यास समर्थ असे मानवजातीचें पराकाष्ठेचें बुद्धिवैभव खर्च करून तयार केलेले नियम दिले आहेत. त्यांचे तीन समुच्चय करतां येतील.

पहिल्या समुच्चयामध्यें ‘ गणच्छंद ’ नामक वृत्तें येतात.

दुसऱ्या समुच्चयामध्यें परस्परांशीं निकट संबंध असलेलीं मात्राछंदवृत्तें येतात.

तिसऱ्या समुच्चयामध्यें ‘ अक्षरछंद किंवा वृत्त ’ नामक वृत्तें येतात व हीं पुन्हां विषम, अर्धसम, व समवृत्त अशीं तीन प्रकारचीं आहेत.

वेदांतील २१ वृत्तें येथें मूळ पाया समजून त्यांवर सर्व इमारत रचली आहे. आणि प्रत्येक अक्षरांच्या निश्चित मात्रा दिल्या असल्यामुळें दोन रचनांच्या पद्धतींतील भेदास कितीहि निश्चित स्वरूप देण्याचा प्रयत्न केला असला तरी, येथें छंदःशास्त्राची दिशा योग्य रीतीनेंच आंखली गेली आहे असें म्हटलें पाहिजे. निदानसूत्रांतील उपांत्याच्या नियमानें वैदिक वृत्तांशीं जोडलेला धागा येथें तसाच पुढें चालू ठेविला आहे. ह्या निदानसूत्रांतील पद्धतीचा वेदकालीन वृत्तपद्धतीशीं पूर्वीचाच संबंध होता. परंतु ब्राह्मणग्रंथांनीं पवित्र मानिलेलें अक्षरांची संख्या हें वृत्ताचें मूलतत्त्व अंधभक्तीनें पाळल्यामुळें तो संबंध प्राचीन वृत्तपद्धतीपासून दूर सारला गेला होता. परंतु लौकिक वृत्तपद्धतीचा यापासून पुढें विकास होऊन तिला नियमित मात्रांचें स्वरूप प्राप्त झालें व सप्तच्छंदांसि चतुरुत्तराणि ह्या पद्धतीपासून तिची पूर्ण मुक्तता झाली.

निदानसूत्रांतील उपांत्याच्या नियमांचें छंदःशास्त्रांतील वृत्तपद्धतीमध्यें कसें स्थित्यंतर झालें हें दर्शविणारीं मधलीं स्थानें आपणांस सध्यां उपलब्ध नाहींत ही गोष्ट खरी आहे. हें स्थित्यंतर दर्शविणाऱ्या कालाविषयीं आपल्यापाशीं सध्यां

कांहींच आधार नाहीं. किंवा लौकिक वृत्तांत आढळणारा मात्रांचा नियम हा निदानसूत्राच्या वेळीं होताच व पिंगलाच्या काळीं तो परिणतावस्थेस प्राप्त झाला. ह्या ग्रंथांत उपांत्यांचा नियम आढळतो तो केवळ येथें प्रथमच उद्भवला नसून, तेथें तो वेदकालीन छंदःशास्त्रामध्यें लौकिक वृत्तपद्धतींतलें हें एक नवीनच तत्त्व म्हणून घुसडून दिलें आहे कीं काय अशी शंका येते.

हा ग्रंथ पिंगलाचार्यांचा आहे किंवा नाहीं हें ठरविण्याकरितां समाविष्ट विषयाचें पर्यालोचन करून निश्चयानें फारसें सांगतां येणार नाहीं, तथापि, टीकाकारांच्या मतें कोणता भाग पिंगलाचार्यांनीं स्वतः लिहिलेला आहे व कोणता मागाहून आला आहे ह्याचें विवेचन करतां येईल. या ग्रंथांतील विषयांचें थोडक्यांत स्वरूप असें आहे. पहिल्या भागांत तीन अक्षरांच्या पादांची बीजगणिताच्या धर्तीवरील नांवें दिलीं आहेत. त्याचप्रमाणें कमी अक्षरांच्या वृत्तांचीं व जास्त अक्षरांच्या वृत्तांचीं नांवें दिलीं आहेत. दुसऱ्या विभागांत गद्य भागांत वेदांतील आढळणारीं देवांचीं व असुरांचीं वृत्तें दिलीं आहेत.

तिसऱ्या विभागांत अक्षरांच्या संख्येनें मोजलीं जाणारीं नेहमींचीं सात वृत्तें दिलीं आहेत.

चवथ्या विभागाच्या सुरुवातीस पहिले सात नियम दिले आहेत; त्यांत अतिच्छंद व कृति नामक वृत्तांच्या इतरांच्या पेक्षां जास्त असणाऱ्या १४ स्थानांची पुस्ती जोडण्यांत आली आहे. आठव्यापासून शेवटपर्यंत लौकिक वृत्तांचा विचार केला आहे.

पांचव्या विभागांत सर्व वृत्तछंदांचा विचार केला आहे. हे अक्षरांच्या संख्येनें व मात्रांनीं मोजले असून, त्यांच्या पादांतील अक्षरें असम आहेत. चरणाच्या ठिकाणीं असम आहेत अशा कांहीं छंदांचा येथें विचार केला आहे.

सहाव्या व सातव्या विभागांत ज्या वृत्तांचे पाद सम आहेत अशांचाच विचार केला आहे.

आठव्या विभागाचे दोन भाग आहेत. पहिला भाग ऋग्वेदांतील पाठांत व यजुर्वेदांतील दोन हस्तलिखित प्रतींत सांपडत नाहीं. परंतु तो यजुर्वेदांतील तिसऱ्या हस्तलिखित प्रतींत सहाव्या आणि सातव्या विभागाची पुरवणी म्हणून दिला आहे. दुसऱ्या भागामध्यें वृत्ताच्या एका विवक्षित रूपाच्या ऱ्हस्व व दीर्घ अक्षरांच्या स्थानांची किती अदलाबदल होईल हें दाखविणारे सूत्रात्मक नियम दिले आहेत.

वरील विवेचनावरून असें स्पष्ट दिसून येईल कीं, ह्या ग्रंथाची पद्यात्मक प्रस्तावना त्याचप्रमाणें आठव्या अध्यायाचा पूर्वभाग व प्रायः अपरभाग हीं मुळांत नसावींत. अग्निपुराणांतील छंदांच्या पद्यात्मक अनुक्रमांत हे श्लोक येत नाहींत. दहाव्या शतकांतील हलायुध नांवाच्या टीकाकारानें आपल्या टीकेच्या सुरुवातीस हे श्लोक दिले आहेत; परंतु त्यांवर त्यानें मुळींच टीका केली नाहीं ही एक विशेष व लक्षांत ठेवण्याजोगी गोष्ट आहे. मधुसूदन सरस्वतीनें छंदःसूत्रांतील विषय सांगतांना ह्या श्लोकांचा मुळींच विचार केला नाहीं. तो दुसऱ्या परिच्छेदापासून सुरुवात करतो हें लक्षांत ठेवलें पाहिजे. आंतील विषयाकडे लक्ष देतां असें दिसून येईल कीं आठवा विभाग सहाव्या व सातव्या विभागाची पुरवणी आहे. अग्निपुराण किंवा वृत्तरत्नाकर ह्या ग्रंथांमध्यें ह्या विभागाचा उल्लेख येत नाहीं. अग्निपुराणामध्यें जरी दुसऱ्या विभागाचा उल्लेख केला आहे तरी तो तेथें मागाहून घुसडून दिला असावा असें दिसतें.

दुसरा व तिसरा हे विभाग पिंगलाचार्यांनीं स्वतः लिहिले असावेत.

ह्या ग्रंथांतील वेदकालीन वृत्तांचा भाग हा ह्या ग्रंथाचा मुख्य गड्डा आहे व लौकिक वृत्तांचा भाग मागाहून जोडला आहे असें मधुसूदन सरस्वतीचें म्हणणें आहे.

वेदकालीन वृत्तभाग लौकिक वृत्तभागापेक्षां प्राचीन आहे असें कांहीं विद्वानांचें मत आहे. भरभक्कम पुरावा ह्या मतास नाहीं म्हणून वेबरनें हें मत स्वीकारलें नाहीं. त्यानें ह्या मताला विधायक आणि विनाशक अशीं कारणें दिलीं आहेत.

यजुर्वेद व ऋग्वेद ह्यांमधील पाठांतील भेद, अग्निपुराणांत आलेली पद्यात्मक पुनरावृत्ति व हलायुधानें दिलेलें मूळ ह्यांचा वेबरनें विचार केला आहे. पण त्यानें उपयोगी ऐतिहासिक सत्य अवगत करून दिलें असें म्हणवत नाहीं.

हलायुधाची टीका.—हलायुधाच्या टीकेवर बरेच महत्त्वाचे प्रश्न अवलंबून आहेत. त्याच्या ग्रंथरचनेचा काल दहावें शतक असावा. हा काल अगदीं निश्चित जरी नाहीं तरी बऱ्याच अंशानें खरा आहे.

हलायुधानें वृत्तांचें स्वरूप म्हणून जीं उदाहरणें दिलीं आहेत त्या श्लोकांमध्यें त्या काळीं राज्य करीत असलेल्या मुंज राजाच्या नांवाचा उल्लेख आहे; व हा राजा ह्या पद्यांच्या कर्त्याचा आश्रयदाता होता असें ह्या उल्लेखावरून स्पष्ट आहे. कदाचित् हा हलायुधाचाच आश्रयदाता असावा. कारण अशा तऱ्हेनें आपल्या धन्याची थोरवी गाण्याची पद्धत हिंदुस्थानांत दिसून येते. वेबरनें वरील तऱ्हेचे उल्लेख कोठें येतात तीं स्थळें दिलीं आहेत.

कालिदासाची स्तुति करणारें एक पद्य या टीकेंत दिलें आहे. कात्यायन व माघ ह्यांच्या ग्रंथांतील कांहीं उतारेहि यांत दिले आहेत. कोलब्रूक व कर्न साहेबांनीं आणखी कांहीं उदाहरणें दिलीं आहेत.

हलायुधानें दिलेल्या उदाहरणांपैकीं अमुक उद्धृत आहेत व अमुक त्याचीं स्वतःचीं आहेत अशाविषयीं कांहींएक नियम ठरवितां येणार नाहीं; व जेथें जेथें दुसरा कांहीं पुरावा मिळत नाहीं तेथें त्याचा व्यक्तिशःच विचार करणें भाग आहे. उदाहरणार्थ, ज्या उदाहरणांमध्यें यमकांची जुळणी आहे तीं त्या यमकांच्या जुळणीवरून अलीकडचीं आहेत असें धरून चाललें—व हें कधीं कधीं संभवेल सुद्धां—तरी पण

ह्यावरून तीं उदाहरणें हलायुधानेंच लिहिलीं असें सिद्ध होत नाहीं.

हलायुध ह्या व्यक्तीविषयीं सुद्धां आपणांस निश्चित स्वरूपाची अशी कांहींच माहिती उपलब्ध नाहीं. जैमिनीय मीमांसासागर आपल्या पित्यानें ओलांडला अशी एका उदाहरणांत हलायुधानें आपल्या वडिलांची स्तुति केली आहे. परंतु हलायुधाच्या टीकेचा हा भाग त्यानेंच लिहिला किंवा नाहीं हें निश्चित सांगतां येत नाहीं; क्दाचित् ह्या उदाहरणांतील श्लोक दुसरीकडून आणून येथें घातला असेल. हलायुध हें नांव फारच ठिकाणीं आढळत असल्यामुळें अमुक हलायुध आणि प्रसिद्ध हलायुध हे दोघे एकच आहेत असें ठरवितां येत नाहीं. ऑफ्रेक्ट साहेबांच्या पुस्तकांत ह्याविषयीं विवेचन आहे. अभिधानरत्नमाला ह्या ग्रंथांत कृत्रिम वृत्तें आहेत ह्या मुद्यावरून त्या ग्रंथाचा कर्ता व आपण ज्याचा विचार करीत आहोंत तो हलायुध हे एकच आहेत असें ऑफ्रेक्ट साहेबांचें मत आहे. वेबरचेंहि असेंच मत आहे व कालाच्या दृष्टीनें तें असंभवनीय नाहीं.

लौकिकवृत्तविकास.—हलायुधासारख्या टीकाकारांचा छंदःशास्त्राच्या इतिहासाला फारसा उपयोग नाहीं; एवढेंच नव्हे, तर पिंगलाचें छंदःशास्त्र हा वेदांगाचा ग्रंथ असला तरी छंदःशास्त्राच्या जवळ जवळ अंतिम विकासाचा बोधक आहे. त्यांत आजकाल लागणारें बहुतेक छंदःशास्त्र आलें आहे असें म्हणतां येईल [उ० शार्दूलविक्रीडितासारखीं अक्षरगणवृत्तें आणि आर्येसारखीं मात्रावृत्तें त्यांत आलीं आहेत]. छंदःशास्त्रावरील अनेक ग्रंथ पाहिले म्हणजे छंदोविकास मुळींच हातीं लागणार नाहीं. पिंगल लौकिक वृत्तें पूर्णत्वाला पावलीं आहेत अशा स्थितींत ग्रंथ निर्माण करता झाला. लौकिकवृत्तविकास पहावयाचा झाल्यास वैदिक वाङ्मय आपणच धुंडाळून छंदःशास्त्रविकास बसविला पाहिजे.

वेदकालांत कांहीं लौकिक वृत्तें असावींत तथापि त्यांस शिष्टवृत्तांत स्थान मिळालें नसावें. पुष्कळ वेळां असें होतें कीं सामान्य जनतेंत छंदांचे पुष्कळ प्रकार व्यक्तीच्या कल्पकतेमुळें तयार होतात. पुष्कळदां असेंहि होत असावें कीं, प्रयत्न ज्या वृत्तासाठीं होतो तें वृत्त न साधल्यामुळें वृत्ताचें एखादें विकृत रूप उत्पन्न होतें आणि तें विकृत रूप जरा बऱ्या स्वरूपाचें असलें तर त्याला शिष्ट स्वरूप प्राप्त होऊन तें मान्य वृत्त होतें. या प्रकारच्या कारणामुळें प्रचलित वृत्तें न मानण्याची पद्धति लोकांत नेहमीं आहेच.

वैदिक कालांत कांहीं लौकिक वृत्तें होतीं, पण तीं मान्यता पावलीं नव्हतीं. याला तैत्तिरीय संहितेंतच प्रमाण आहे. चयनांच्या विवेचनांत असल्या प्रकारच्या वृत्तांचा उल्लेख आलेला आहे.

तैत्तिरीय संहितेंत उल्लेखिलेले परंतु लौकिक प्रचारांत नसलेले असे जे कित्येक छंद अथवा वृत्तें आहेत, त्यांचीं नांवें तैत्तिरीय संहिता कांड ४, प्रपाठक ३, अनुवाक ७ येथें आढळतात. हीं नांवें येणेंप्रमाणें.—

मा छंदः, प्रमा छंदः, प्रतिमा छंदः, अस्रीवी छंदः, पृथिवी छंदः, अंतरिक्षं छंदः, द्यौश्छंदः, समा छंदः, नक्षत्राणि छंदः, मनश्छंदः, वाक्छंदः, कृषिश्छंदः, हिरण्यं छंदः, गौश्छंदः, अजा छंदः, अश्वश्छंदः.

वैदिक वृत्तांतून लौकिक वृत्तांची उत्पत्ति.— वैदिक वृत्तांपासून लौकिक वृत्तांचा विकास स्वाभाविक आहे. वृत्तांची अक्षरसंख्या निश्चित आहे पण तें अक्षर लघु असावें किंवा गुरु असावें यांविषयीं मात्र नियम नाहीं. अशा पद्धतीमुळें एकाच नांवाखालीं अनेक प्रकार होणार. वैदिक वृत्तांतील सर्व वृत्तें बहुधा ८, ११ व १२ अक्षरी चार चरणांचीं आहेत. आठ अक्षरी गायत्रीचा चरण, अकरा अक्षरी त्रिष्टुभाचा व बारा अक्षरी जगतीचा. याच चरणांची संख्येनें कमी जास्त वाढ केल्यानें बृहतीपंक्त्यादि वृत्तें तयार झाल्यासारखीं दिसतात.

वैदिक वृत्तांत गणांच्या साहाय्यानें वृत्त बनविल्याचें आढळत नाहीं परंतु पुढील गणसाहाय्यानें तयार झालेल्या वृत्तांचा उगम वैदिक वृत्तांतूनच झाला असावा असें वाटतें. कारण वैदिक ऋचांचें पठन चालू असतां कांहीं विवक्षित तालसुरांत म्हणतां येणाऱ्या सारख्या ऋचांची अथवा त्यांतील सारख्या चरणांची निवड करून लघु, गुरु भेदानें गणांचें प्रमाण ठरवून एकासारखाच दुसरा चरण बनविण्याच्या योगानेंच लौकिक वृत्तें तयार केलीं गेलीं असें दिसतें.

वैदिक वृत्तांत लौकिक गणवृत्तांचे आभास दृष्टीस पडतात ते पुढीलप्रमाणें:—

त्रिष्टुभ्:—या वृत्तांत इंद्रवज्रा, उपेंद्रवज्रा, वातोर्मी वगैरे लौकिक वृत्तें आढळतात.—

उपेंद्रवज्राः—

ज त ज ग ग

नमःपु रातेव रुणोत नूनं (ऋ. २. २८, ८ चरण १ ला).

इंद्रवज्राः—

त त ज ग ग

सानोअ मासोअ रणेनि पातु(ऋ.१० ६ २,१६. चरण ३ रा).

वातोर्मीः—

म भ त ग ग

आदेवा नामभ वःकेतु रग्ने (ऋ. ३. १, १७चरण १ला).

शालिनीः—

म त त ग ग

सोमारु द्राधार येथाम सुर्ये (ऋ.६. ७४, १. चरण १ ला).

जगतीः—या वैदिक वृत्तांत आढळणारीं लौकिक वृत्तें

वंशस्थविलः—

ज त ज र

निधींप णीनांप रमंगु हाहितं (ऋ.२. २४, ६. चरण २ रा)

इंद्रवंशाः—

त त ज र

संजाग्र वद्भिर्जे रमाण इध्यसे (ऋ. १०,९१,१).

उष्णिह्.—या वृत्ताच्या कांहीं चरणांत चामर वृत्त आढळतें.

चामर अथवा प्रमाणिकाः—

यइंद्रसोम पातमो मदःशविष्ठ चेतति। (ऋ. ८. १२, १).

सुमंगली रियंवधूरिमांसमेत पश्यत।(ऋ. १० ८५, ३३).

अनेह्सो व ऊत यःसु ऊतयोव ऊतयः।

ऋ. ८.४७ या सूक्ताच्या महापंक्ति नामक वृत्ताच्या शेवटीं वरील पालुपद आहे.

सयमक कविता.—संस्कृतमध्यें सयमक कविता फारशी नाहीं, तथापि यमकांची आवड प्राचीन काळापासून थोडी बहुत असावी. ध्रुपदाची योजना यमकाची तृष्णा दर्शविते. याशिवाय वैदिक वृत्तांत यमकाचा आभास मधून मधून आढळतो. उदाहरणार्थ पुढील ऋचा अत्यष्टि छंदांतील आहे. त्याचे मुख्य चरण सात. मुख्य चरण १ यांतील पोटचरण २ व ३ यांच्या शेवटीं आणि मुख्य चरण ३ यांतील पोटचरण १ व २ यांच्या शेवटीं यमक असतें.

अयं जायत मनुषो धरीमणि होतायजिष्ठ उशिजामनुव्रतं अग्निः समनुव्रतं। विश्वश्रुष्टिः सखीयते रयिरिव श्रवस्यते। अदब्धो होता निषदंदिळस्पदे परिवित इळस्पदे (१. १२८,१).

हें उदाहरण एकाकी नाहीं. पहिल्या मंडळाच्या शेवटीं (१२७ ते १३९) या तऱ्हेचीं सूक्तें वरींच आहेत. यावरून मंत्रोत्पत्तिकालाच्या उत्तर भागांतच पण संहितीकरणापूर्वींच्या कालांत यमकें शिरूं लागलीं होतीं असें दिसतें.

पिंगलापासून अर्वाचीन कालापर्यंत संस्कृतमध्यें असलेलीं वृत्तें.—पिंगलोक्त लौकिक वृत्तांपासून वृत्तरत्नाकरासारख्या अर्वाचीन ग्रंथांत उल्लेखिलेलीं वृत्तें फार मोठा विकास दाखवीत नाहींत. यासाठीं वृत्तरत्नाकरांतलि सर्व वृत्तें घेऊन आणि तीं अकारविल्ह्यानें मांडून त्यांचें स्वरूप पुढील पानावरील कोष्टकांत दाखविलें आहे. पिंगलानें अर्वाचीन वृत्तांपैकीं किती वृत्तांचा उल्लेख केला आहे हें पुढील कोष्टकांत * अशा खुणेनें दर्शविलें आहे.

वृत्तरत्नाकरांतील आणि पिंगलग्रंथांतील छंदोज्ञान यांमध्यें फारसा फरक नाहीं; आणि अर्वाचीन अक्षरगणवृत्तें आणि थोड्या अंशीं मात्रागणवृत्तें यांची घडी पिंगलाच्या वेदांगाच्या काळांतच बसली यांत शंका नाहीं.

संस्कृत छंदःशास्त्राचा पुढील विकास.—संस्कृतमध्यें अक्षरप्राधान्यानें छंदोमापनाकडे प्रवृत्ति श्रौतसूत्रकालापासून जी सुरू झाली तिचें पर्यवसान, करण्यास कठिण अशीं वृत्तें बनविण्याकडे झालें. या तऱ्हेची छंदःपद्धति मोठमोठे ग्रंथ करण्यास मुळींच उपयोगी नाहीं. जेव्हां मोठमोठे ग्रंथ करण्याचा प्रसंग येई तेव्हां इतकी सूक्ष्म वृत्तपद्धति वापरून अर्थव्यक्ति करणें हें मोठमोठ्या कवींसहि जड जाई. ज्यास सांगावयाचें पुष्कल असेल त्याला गद्यलेखन चांगलें. आणि पद्यलेखन जर करावयाचेंच झालें तर असें वृत्त पकडलें पाहिजे कीं तें करावयास सोपें जाईल. यामुळेंच कवींची आणि ग्रंथकारांची धांव अनुष्टुभ छंदाकडे असे. मोठमोठ्या कवींनां देखील ही श्लोकरचना त्रासदायक वाटत असली पाहिजे. यामुळें कालिदास भारवि इत्यादिकांनीं सर्गचे सर्ग एकएका वृत्तांतच लिहिण्याचा प्रयत्न केला. संस्कृत छंदःशास्त्रांत आलेलींच वृत्तें संस्कृत ग्रंथकारांनीं घेतलीं असें नाहीं. उलट निरनिराळ्या काळीं प्राकृत वृत्तांत छंदोरचना संस्कृत ग्रंथकारांनीं केली आहे. जयदेवानें तर पदेंच वापरलीं आहेत. आचार्यांनीं चर्पटपंजरीमध्यें प्राकृत वृत्ताश्रय केला आहे. विजयानगरचे मुडुंब नृसिंहाचार्य यांनीं आपल्या अनेक संस्कृत ग्रंथांत पुष्कळच देशी वृत्तांचा आश्रय केला आहे. "मंदंमंदं वायौ विचलति" यासारखी पुष्कळशी अर्वाचीन काळीं होणारी संस्कृत कविता लोकप्रिय होण्यासाठीं प्राकृत वृत्तांचा आश्रय करते असें आपणांस दिसतें.

संस्कृतछंदःशास्त्राचा प्रसार व प्रसाराबरोबर विकास.–संस्कृत वृत्तपद्धतीचा प्रसार पुष्कळ झाला आहे. जेथें जेथें संस्कृतोद्भव संस्कृति पसरली तेथें तेथें आपल्या इतर शास्त्रांबरोबर आपलें छंदःशास्त्रहि पसरलें. तेलगू, कानडी वगैरे ग्रंथकारांनीं संस्कृत वृत्तें घेतलीं पण त्याबरोबर आपलीं निराळ्या परंपरेंतून आलेलीं वृत्तेंहि कायमच ठेविलीं. ही क्रिया द्राविडी हिंदुस्थानांत जशी झाली तशीच जावा वगैरेकडेहि झाली त्यांनीं शार्दूलविक्रीडित, स्रग्धरा, पृथ्वी, सुवदना, प्रहर्षिणी, स्वागता, इत्यादि वृत्तें घेतलीं पण शिवाय कृतिसूतें, धृतिसूतें, अभिकृतिसूतें, आकृतिसूतें इत्यादि वृतें नवीन वापरलीं हें पहिल्या विभागांतील यावद्वीप संकृतीवरील [पृ. २१९] विवेचनावरून कळून येईल.

द्राविडी लोकांनीं संस्कृत छंदःशास्त्र घेतलें तरी तामिळ लोकांनीं आपलें निराळें छंदःशास्त्र कायम ठेवलें. हिंदुस्थानांत संस्कृतोद्भव भाषा जेथें जेथें वापरल्या जातात तेथें देखील नवीन छंदोरचना होण्याची क्रिया चालू होतीच. चौपाई, दोहोरा इत्यादि वृत्तें हिंदीमध्यें वापरलीं जातातच. तीं प्राकृत पिंगलांत दग्गोचर होतात, पण प्राकृत वृत्तें तयार होतांना नवीन कल्पना, जुन्या वृत्ताचे सहेतुक किंवा प्रामादिक रूपांतर इत्यादि क्रिया झालेल्या दिसतातच. याशिवाय प्रांताप्रांतांतच देवघेवहि असावी. साकी, दिंडी यांसारखीं वृत्तें मराठींत व गुजराथींत वापरलीं जातात. पुष्कळदां एक भाषा बोलणारा दुसऱ्या भाषेंत कवन करी. या क्रियेमुळें एकदेशीय छंदःशास्त्राच्या सार्वत्रिकतेस जागा असे. मराठीचे इतर भाषांतील छंदःशास्त्रावर व इतर भाषांचे मराठी छंदोज्ञानावर परिणाम पुष्कळ झाले असावेत. लावणी आपण मराठीच समजतों पण कांहीं शोधक असें म्हणतात कीं ती बाहेरची आहे.

वृत्तें व त्यांचें स्पष्टीकरण करणारें कोष्टक.

वृत्ताचें नांव.	मात्रावृत्त किंवा अक्षरवृत्त.	सम अर्धसम किंवा विषम.	प्रत्येक पादांतील अक्षरें.	प्रत्येक पादांतील मात्रा.	प्रत्येक पादांतील गण.	यति.
अतिरेखा	अ	सम	१५		न ज भ ज र	५,१०
अतिशायिनी	अ	सम	१७		स स ज भ भ S S	१०,७
अद्रितनया (अश्वललित)	अ	सम	२३		न, ज, भ, ज, भ, ज, भ, । S	११,१२
अनुष्टुभ्	अ	सम	८			४,४
* अपरवक्त्र	अ	अर्धसम	११,१२		न न र । S, न ज ज र	
* अपराजिता	अ	सम	१४		न न र स । S	७,७
* अपवाह [क]	अ	सम	२६		म न न न न न न स S S	९,६,६,५
* अमृतधारा	अ	विषम	१२,१६ २०, ८		न न न य, न न न न न S, न न न न न नSS, न नSS	
अलोला	अ	सम	१४		म स म भ S S	५,९
* असंबाधा	अ	सम	१४		म त न स S S	५,९
* आख्यानकी	अ	अर्धसम	११		त त ज S S, ज त ज S S	
* आर्या	मा	०	०	१२,१८ १२,१५		
* आर्यागीति	मा			१२,२०		
इंदुवदना	अ	सम	१४		भ ज स न S S	पादांतीं
* इंद्रवज्रा	अ	सम	११		त त ज S S	५,६
* इंद्रवंशा	अ	सम	१२		त ज ज र	पादांतीं
उज्वला	अ	सम	१२		न न भ र	७,५
उत्पलिनी	अ	सम	१३		न न त त	६,७
* उद्गता	अ	विषम	१०,१० ११,१३		स ज स ।, न स ज S, भ न ज । S, स ज स ज S	
* उद्गीति	मा.	०		१२,१५ १२,१८		
उद्दाम	अ	अर्धसम	२४,२१		न न र र र र र र, र र र र र र र	
* उपगीति	मा	०	०	१२,१५		
* उपचित्र	अ	अर्धसम	११		स स स । S, भ भ भ S S	
* उपजाति					इन्द्रवज्रा, उपेन्द्रवज्रा	
* उपस्थिता	अ	सम	११		त ज ज S S	
* उपेंद्रवज्रा	अ	सम	११		ज त ज S S	५,६
* ऋषभगजविलसित	अ	समं	१६		भ र न न न S	
एकरूप	अ	सम	११		म स ज S S	
* औपच्छंदसिक	मा	०	०	१६,१८		
कन्या	अ	सम	४		म S	
कलहंस	अ	सम	१३		स ज स स S	७,६
कलिका	अ	विषम	१२, ८ १६,२०		न न न य, न न S S, न न न न स S, न न न त न न S S	
कुटजा	अ	सम	१३		स ज स स S	
कुटिला	अ	सम	१४		म भ न य S S	
* कुमारललिता	अ	सम	७		ज स:S	३,४
कुररीसता	अ	सम	१४		न ज भ ज । S	
कुसुमविचित्रा	अ	सम	१२		न य न य	
* कुसुमितलतावेल्लिता	अ	सम	१८		म त न य य य	५, ६, ७

वृत्ताचें नांव.	मात्रावृत्त किंवा अक्षरवृत्त.	सम, अर्धसम किंवा विषम.	प्रत्येक पादांतील अक्षरें.	प्रत्येक पादांतील मात्रा.	प्रत्येक पादांतलि गण.	यति.
* केतुमती	अ	अर्धसम	१०,११		स ज स ऽ, भ र न ऽ ऽ	
केसा	अ	सम	३		य	
कोकिलक	अ	सम	१७		न ज भ ज ज । ऽ	
क्रौंचपदा	अ	सम	२५		भ म स भ न न न न ऽ	५,५,८,७
क्षमा	अ	सम	१३		न न त त	६, ७
गजगति	अ	सम	८		न भ । ऽ	४, ४
गाथा	मा	सम		१२,१५ १२,१८		
* गीति	मा	सम		१२,१८		
चंचरीकावली	अ	सम	१३		य म र र ऽ	पादांतीं
* चंडवृष्टिप्रयात- (दंडक)	अ	सम	२७		न न र र र र र र र	
चंद्ररेखा	अ	सम	१५		म र म य य	
चंद्रवर्त्म	अ	सम	१२		र, न, भ, स.	४, ८
चंद्रिका	अ	सम	१३		न न त र ऽ	६, ७
चंपकमाला	अ	सम	१०		म, म, स. ऽ	५, ५
चित्र	अ	सम	१६		र, ज, र, ज, र ऽ	८,८ किंवा ४,४,४,४.
* चित्रपदा	अ	सम	८		भ भ ऽ ऽ	
चित्रलेखा	अ	सम	१८		म, भ, न, य. य, य.	४,७,७
जलंधरमाला	अ	सम	१२		म, भ, स, म.	४,८
* जलोद्धतगति	अ	सम	१२		ज, स, ज, स.	६,६
जीमूत	अ	अर्धसम	२१,१८		न न र र र र र र र र र र र	
तद्वितान	अ	सम	८		ज त ऽ ऽ	
* तनुमध्या	अ	सम	६		त य	
तन्वी	अ	सम	२४		भ त न स भ भ न य	५,७,१२
तामरस	अ	सम	१२		त ज ज य	५,७
तूणक	अ	सम	१५		र ज र ज र	७,८
* तोटक	अ	सम	१२		स स स स	४,४,४
त्वरितगति	अ	सम	१०		न ज न ऽ	५,५
* दंडक	अ	सम	२७		न न, र, र, र, र, र, र, र	पादांतीं
* दोधक	अ	सम	११		भ, भ, भ, ऽ ऽ.	६,५
* द्रुतमध्या	अ	अर्धसम	११,१२		भ भ भ ऽ ऽ, न ज ज य	
* द्रुतविलंबित	अ	सम	१२		न भ, भ, र	४,४,४
धृतश्री	अ	सम	२१		न, ज, भ, ज, ज, ज, र	७,७,७
नदी	अ	सम	६		म, र	
नन्दननंदा	अ	सम	१८		न, ज, भ, ज, र, र,	११,७
नर्दटक	अ	सम	१७		न ज भ ज ज । ऽ	८,९
* नवमालिका (नवमालिनी)	अ	सम	१२		न ज भ य	
* नागरक	अ	सम	८		भ र । ऽ	
नाराच	अ	सम	१८		न, न, र, र, र, र,	८, ५, ५
नाराचिका	अ	सम	८		त र । ऽ	
नारी	अ	सम	३		म	
पंक्ति	अ	सम	५		भ ऽ ऽ	

वृत्ताचें नांव.	मात्रावृत्त किंवा अक्षरवृत्त.	सम, अर्धसम किंवा विषम.	प्रत्येक पादांतील अक्षरें.	प्रत्येक पादांतील मात्रा.	प्रत्येक पादांतील गण.	यति.
पंचकावली	अ	सम	२१		न ज भ ज ज ज र	७, ७, ७,
पंचचामर	अ	सम	१६		ज, र, ज, र, ज ऽ	८, ४, ४,
* पणव	अ	सम	१०		म न य	
पथ्या	अ	सम	१४		स, ज, स, य। ऽ	५, ९
पदचतुरूर्ध्व	अ	विषम	८, १२ १६, २०		य ज र ऽऽ, य स त म, त भ म म य ऽ, न न स भ स र,	
पीड	अ	विषम	८, १२ १६, २०		न न ऽऽ, न न न य, न न न न स ऽ, न न न न न न ऽऽ	
* पुट	अ	सम	१२		न न म य	८, ४
* पुष्पिताग्रा	अ	अर्धसम	१२, १३		न न र य, न ज ज र ऽ	
* पृथ्वी	अ	सम	१७		ज स ज स य। ऽ	८, ९
प्रचितक	अ	सम	२७		न न य य य य य य य	
प्रबोधिता	अ	सम	१३		स ज स ज ऽ	६, ७
प्रभद्रक	अ	सम	२२		भ र न र न र न ऽ	
प्रभा	अ	सम	१२		न, न र, र,	७, ५
प्रभावती	अ	सम	१३		स ज स स ऽ	७, ६
प्रमदक						
प्रमदा	अ	सम	१४		न ज भ ज। ऽ	६, ८
प्रमदानन	अ	सम	२०		स ज ज भ र स। ऽ	११, ९
प्रमाणिका	अ	सम	८		ज र। ऽ	४, ४
* प्रमिताक्षरा	अ	सम	१२		स ज स स	५, ७
प्रमुदितवदना	अ	सम	१२		न. न. र. र.	
प्रवर्धमान	अ	विषम	१४, १३ १८, १५		म स ज भ ऽऽ, स न ज र ऽ, न न स न न स, न न न ज य	
* प्रहरणकलिका	अ	सम	१४		न न भ न। ऽ	७, ७
प्रहर्षिणी	अ	सम	१३		न न ज र ऽ	३, १०
प्रियंवदा	अ	सम	१२		न भ ज र	
प्रीति	अ	सम	५		र ऽ ऽ	
वृहती	अ	सम	९		न न न	
भद्रक	अ	सम	२२		भ र न र न र न ऽ	
* भद्रविराट्	अ	अर्धसम	१०, ११		त ज र ऽ, म स ज ऽ ऽ	
*भुजंगप्रयात	अ	सम	१२		य य य य	६, ६
* भुजंगविजृंभित	अ	सम	२६		म म न न न न र स। ऽ	८, ११, ७
भुजंगसंगता	अ	सम	९		स ज र	३, ६
* भुजगशिशुभृता	अ	सम	९		न न म	७, २
*भ्रमरविलसित	अ	सम	११		म भ न। ऽ	४, ७
* मंजरी	अ	सम	१४		स ज स य। ऽ	५, ९
मंजुभाषिणी	अ	सम	१३		स ज स ज ऽ	६, ७
* मणिगणकिरण	अ	सम	१५		न न न न स	८, ७
मणिमध्य	अ	सम	९		भ म स	५, ४
मणिमाला	अ	सम	१२		त य त य	६, ६
मणिराग	अ	सम	१०		र स स ऽ	
* मत्तमयूर	अ	सम	१३		म त य स ऽ	४, ९
* मत्ता	अ	सम	१०		म भ स ऽ	४, ६

वृत्ताचें नांव.	मात्रावृत्त किंवा अक्षरवृत्त.	सम, अर्धसम किंवा विषम.	प्रत्येक पादांतील अक्षरें.	प्रत्येक पादांतील मात्रा.	प्रत्येक पादांतील गण.	यति.
मत्तविलासिनी	अ	सम	२१		भ भ भ भ भ भ र	
मत्ताक्रीडा	अ	सम	२३		न म त न न न न न । ऽ	
मत्तेभविक्रीडित	अ	सम	२०		स भ र न म य । ऽ	१०,१०
मदलेखा	अ	सम	७		म स ऽ	३,४
मदिरा	अ	सम	२२		भ भ भ भ भ भ भ ऽ	
मधुमती	अ	सम	७		न भ ऽ	५,२
मध्यक्षामा	अ	सम	१४		म भ न य ऽ ऽ	४,१०
मनोरमा	अ	सम	१०		न र ज ऽ	
मंदा	अ	सम	५		त । ऽ	
मंदाकिनी	अ	सम	१२		न न र र	७,५
* मंदाक्रांता	अ	सम	१७		म भ, न त त	
मयूरगति	अ	सम	२३		भ भ भ भ भ भ भ ऽ ऽ	
* मयूरसारिणी	अ	सम	१०		र ज र ऽ	
* माणवक	अ	सम	८		भ त । ऽ	४,४
मालती	अ	सम	११		म म म ऽऽ	
मालती	अ	सम	१२		न ज ज र	५,७
मालिनी	अ	सम	१५		न न म य य	८.७
मुकुल	अ	सम	६		म स	
मेघवितान	अ	सम	१०		स स स ऽ	
मेघविस्फूर्जिता	अ	सम	१९		य म न स र र ऽ	६,६,७
मौक्तिकदाम	अ	सम	१२		ज ज ज ज	६,६
यमुना	अ	सम	१२		न ज ज र	५,७
* यवमती	अ	अर्धसम	१२,१३		र ज र ज, ज र ज र ऽ	
* रथोद्धता	अ	सम	११		र न र । ऽ	३,८
रमणी	अ	सम	६		स, स	
* रुक्मवती	अ	सम	१०		भ म स ऽ	५,५
* रुचिरा	अ	सम	१३		ज भ. स ज ऽ	४,९
ललित	अ	अर्धसम	१०,११		स स ज ऽ, स भ र । ऽ	
ललिता	अ	सम	१२		त भ ज र	
लासिनी	अ	सम	४		ज ऽ	
लीलाकर	अ	सम	२१		न न र र र र र, र र र र र र र	
लीलाखेल	अ	सम	१५		म म म म म	पादांतीं
* वंशपत्रपातित	अ	सम	१७		भ र न भ न । ऽ	१०,७
* वंशस्थ	अ	सम	१२		ज त ज र	५,७
* वसंततिलका	अ	सम	१४		त भ ज ज ऽ ऽ	८,६
वसुमती	अ	सम	६		त स	
वाणिनी	अ	सम	१६		न ज भ ज र ऽ	पादांतीं
वातोर्मी	अ	सम	११		म भ त ऽ ऽ	४,७
वासंती	अ	सम	१४		म त न म ऽ ऽ	४,६,४
* विद्युन्माला	अ	सम	८		म म ऽ ऽ	४,४
* विपरीताख्यानकी	अ	सम	११		ज त ज ऽऽ, त त ज ऽ ऽ	
वियोगिनी	अ	अर्धसम	१०,११		स स ज ऽ, स भ र । ऽ	
वृत्त	अ	सम	२०		र ज र ज र ज ऽ ।	

वृत्ताचें नांव.	मात्रावृत्त किंवा अक्षरवृत्त.	सम, अर्धसम किंवा विषम.	प्रत्येक पादांतील अक्षरें.	प्रत्येक पादांतील मात्रा.	प्रत्येक पादांतील गण.	यति.
वृत्ता	अ	सम	११		न न स ऽ ऽ	
* वेगवती	अ	अर्धसम	१०,११		स स स ऽ, भ भ भ ऽ ऽ	
* वैतालीय	मा			१४,१६		
वैतिका	अ	सम	११		र ज र । ऽ	
* वैश्वदेवी	अ	सम	१२		म म य य	५,७
शंख	अ	सम	२४		न न र र र र र र र, र र र र र र र र र.	
शशिकला	अ	सम	१५		न न न न स	पादांतीं
शशिवदना	अ	सम	६		न य	
शार्दूलललित	अ	सम	१८		म स ज स त स	१२,६
* शार्दूलविक्रीडित	अ	सम	१९		म स ज स त त ऽ	१२,७
* शालिनी	अ	सम	११		म त त ऽ ऽ	४,७
* शिखरिणी	अ	सम	१७		य म न स भ । ऽ	६,११
* शुद्धविराट्	अ	सम	१०		म स ज ऽ	
श्री	अ	सम	११		भ त न ऽ ऽ	५,६
सति	अ	सम	५		ज ऽ ऽ	
समानिका	अ	सम	८		र ज ऽ ।	४,४
समृद्धि	अ	सम	४		र ऽ	
सरसी	अ	सम	१		न ज भ ज ज ज र	७,७,७
सावित्री	अ	सम	२६		म म	
सिंहनाद	अ	सम	३		स ज स स ऽ	
सुकेशर	अ	सम	१५		न ज भ ज र	
सुनंदिनी	अ	सम	१३		स ज स ज ऽ	६,७
सुंदरी	अ	अर्धसम	११,११		स स ज ऽ, स भ र । ऽ	
सुमद्रिका	अ	सम	०१		न नं र । ऽ	
सुमति	अ	सम	१४		स ऽ	
सुमधुरा	अ	सम	९		म र भ न म न ऽ	७,६,६
सुमुखी	अ	सम	१४		भ ऽ	
सुरसा	अ	सम	९		म र भ न य न ऽ	७,७,५
* सुवदना	अ	सम	१०		म र भ न य भ । ऽ	७,६,६
सोमराजी	अ	सम	२६		य य	२,४
स्त्री	अ	सम	१		ऽ	
स्रग्	अ	सम	१५		न न न न स	६,९
* स्रग्धरा	अ	सम	२१		म र भ न य य य	७,७,७
* स्रग्विणी	अ	सम	१२		र र र र	६,६
* स्वागता	अ	सम	११		र न भ ऽ ऽ	३,८
हंसमाला	अ	सम	७		स र ऽ	
हंसरुत	अ	सम	८		म न ऽ ऽ	
हंसश्येनी	अ	सम	१४		म भ न य ऽ ऽ	
हंसी	अ	सम	२२		म म त न न न स ऽ	८,१४
* हरिणप्लुता	अ	अर्धसम	११,१२		स स स । ऽ, न भ भ र	
* हरिणी	अ	सम	१७		न स म र स । ऽ	६,४,७
हरनर्तक	अ	सम	१८		र स ज ज भ र	
* हलमुखी	अ	सम	९		र न स	

वृत्तरत्नाकरांत जरी पिंगलाच्या छंदःसूत्रापेक्षां एकंदरींत जास्त वृत्तें आहेत तरी पुढें दिलेलीं पिंगलांत सांपडणारीं वृत्तें वृत्तरत्नाकरांत आढळत नाहींत.

मात्रावृत्तें.—अपरांतिका, आपातलतिका, उदीच्यवृत्ति, उपचित्रा, चपला, चारुहासिनी, चित्रा, चूलिका, जघनचपला, ज्योति, पथ्या, पादाकुलक, प्रवृत्तक, प्राच्यवृत्ति, महाचपला, मुखचपला, वानवासिका, विपुला, विश्लोक, सौम्या.

अक्षरगणवृत्तें.—अमृतधारा, आपीड, उद्धर्षिणी, उपस्थितप्रचुपितम्, खंजामहत्ती, जगती, भद्रकम्, मंजरी, ललितम्, लवली, वर्धमानम्, विपुला, वसवन्त्रिका, शिखा, श्येनी, शिखाविपर्यस्ता, सौरभकम्.

संस्कृत छंदःशास्त्राचा प्राकृत छंदःशास्त्राशीं संबंध.—संगीत, छंदःशास्त्र, लौकिक ललितवाङ्मय आणि कांहीं अंशीं पारमार्थिक संप्रदाय यांविषयीं असा एक नियम सांगतां येईल कीं, मूळ पुष्कळदां सामान्य जनांत अवतरतें, आणि नंतर तें संस्कृत भाषाबद्ध आणि संस्कृत वाङ्मयाशीं संलग्न होतें. गायनाविषयीं हा नियम स्वाभाविक आहे. कां कीं, गाणीं म्हणण्याच्या चाली या सामान्य जनांत उत्पन्न होणार आणि नंतर त्यांनां शास्त्रीबोवांनीं शास्त्र लावलें म्हणजे तें मात्र संस्कृतमध्यें अवतरणार. जैन व बौद्ध वाङ्मय प्रथमतः लौकिक भाषेंतच झालें आणि नंतर तें पंडितांच्या भाषेंत झालें. लौकिक वाङ्मयाची आणि पंडिती वाङ्मयाची भाषा जशी निराळी तसें ग्रंथस्वरूपहि निराळेंच. ललित वाङ्मयाची तीच कथा आहे. कथासरित्सागरासारखे ग्रंथ अगोदर प्राकृत भाषेंत आणि नंतर संस्कृतमध्यें. तोच नियम छंदःशास्त्राविषयींहि लागू पडेल. छंदःशास्त्राविषयीं असेंहि म्हणतां येईल कीं केवळ वृत्तेंच प्राकृतमध्यें नव्हतीं तर वृत्तांचीं लक्षणें देखील प्राकृत पिंगलासारख्या प्राकृत ग्रंथांत विवेचिलीं आहेत.

संस्कृत प्राकृत हा भेद वैदिक भाषेचें जेव्हां संस्कृतीकरण झालें त्यानंतरचा. वेदांतच कांहीं प्राकृत वाङ्मय आहे किंवा नाहीं ? ऋग्वेदसूक्तांकडे लक्ष दिलें असतां असें आढळून येईल कीं, त्यांत अशीं अनेक सूक्तें आहेत कीं तीं झालीं त्या काळीं तीं शिष्टवर्गास मान्य झालीं नसावींत. संहितीकरण अशा वेळेस झालें कीं ज्या वेळेस मंत्र पुष्कळांनां समजतनासे झाले होते, आणि त्यामुळें होत्राच्या ऋचा म्हणतांना कोणी चावट गाणीं म्हटलीं तरी हरकत नसे. संस्कृत उत्तानशृंगारिक कविता सभ्य मंडळींत म्हटली तरी चालते. पण त्यापेक्षां कमी असभ्य अशा लावण्या सभ्यांत म्हणण्याची सोय नाहीं. या प्रकारच्याच परिस्थितीमुळें पुष्कळ लावण्यासारखीं काव्यें वेदांत शिरलीं. अशांपैकींच (नवै कुमारि तत्तथा यथा कुमारि मन्यसे] " नसे कुमारि मी तशी जशी कुमारि कल्पिशी " अशा वृत्ताचीं आणि अर्थाचीं वृत्तें ऋग्वेदपरिशिष्टांत व अथर्ववेदसंहितेंत आढळून येतात.

या सूक्तांच्या चालीपासून लावणीचा काल फारसा दूर नाहीं असें सहजच आढळून येईल.

प्राकृत पैंगल.–या (कलकत्ता १९०२) पुस्तकामध्यें दोन परिच्छेद आहेत. पहिला परिच्छेद मात्रागणवृत्तांकडे दिला आहे आणि दुसरा अक्षरगणवृत्तांकडे दिला आहे. दुसऱ्या परिच्छेदांत संस्कृत वाङ्मयांत वापरलीं जाणारीं वृत्तें बरींच दिलीं आहेत. मात्रागणवृत्तांमध्यें दिलेल्या वृत्तांत संस्कृत ग्रंथांत वापरलीं न जाणारींच वृत्तें बरींच आहेत.

या पुस्तकांत आणि वेदांग म्हणून समजल्या जाणाऱ्या ग्रंथांत साम्य पुष्कळच आहे. प्राकृत पिंगल हा ग्रंथ पिंगलाचा नव्हे असें कित्येक ग्रंथकार म्हणतात पण दोन्ही ग्रंथांचे कर्ते भिन्न आहेत हें चांगलें सप्रमाण सिद्ध झालें नाहीं.

आतां " पिंगला " च्या प्राकृत वृत्तांवरील ग्रंथाकडे लक्ष देऊं. हा ग्रंथ कोणा तरी एका स्त्रीस उद्देशून लिहिला आहे असें दाखवितो. यांत पिंगलाचा आधारभूत गतव्यक्तीसारखा उल्लेख आहे. पहिल्या भागांत जे विषय आले आहेत त्यांचें थोडक्यांत स्वरूप येणेंप्रमाणें: श्लोक १–५४ पर्यंत सामान्यशास्त्रीय विवेचन आहे आणि श्लोक ५४–२०९ पर्यंत विशिष्ट मात्रावृत्तांच्या व्याख्या आणि उदाहरणें आहेत. परंतु मधून मधून आगंतुक भाग आलाच आहे. या वृत्तांमध्यें मरहट्टा म्हणून वृत्त आहे तें आपल्या सवाई सारखें आहे. यांत चौपाई वृत्त चउपइआ या नावानें आलें आहे. हीं मात्रावृत्तें तपासून त्यांची व निरनिराळ्या देश्य भाषांतील वृत्तांची व पदांची संगति लावणें हें काम बरेंच इतिहासूचक होईल असें वाटतें.

वृत्तांचें विवेचन करतांना " पुढें अनुस्वार विसर्ग येतो, संयोग ऱ्हस्वास गुरुत्व देतो." या नियमास त्यांनीं उच्चार होत नसलेल्या अनुस्वारांचीं अक्षरें आणि जोडाक्षरें पुढें आलीं असतांहि पूर्वींच्या लघु अक्षराचें लघुत्व जात नाहीं अशा तऱ्हेचीं कांहीं उदाहरणें दिलीं आहेत आणि लघु अक्षरास त्या प्रसंगांत गुरुत्व देण्याचा नियम कठोरतेनें वापरूं नये नाहीं तर कांहीं अस्तित्वांत असलेल्या काव्यांच्या मात्रा छंदोनियमापेक्षां अधिक होतील असें सांगितलें आहे. प्रत्यक्ष ऱ्हस्व उच्चार असला तरी छंद साधण्यास त्याचा दीर्घ उच्चार करावा लागतो, आणि दीर्घ अक्षराचा ऱ्हस्व उच्चार करावा लागतो, तथापि या तऱ्हेची मोकळीक कोणी वापरून छंदाचे नियम बिघडवूं नये म्हणून मनाची तडफड या सर्व गोष्टी श्लोक २–११ पर्यंत दिसून येतात,

प्राकृत पिंगलाची मात्रापद्धति.— सहा मात्रांचा गण पांच मात्रांचा गण,चार मात्रांचा गण असे त्यानें द्विमात्रे पर्यंत धरले आहेत. आणि प्रत्येक मात्रासमुच्चयाचे आद्यगुरु, अंत्यगुरु असे अनेक भाग पाडिले असून त्यांस नांवें दिलीं आहेत, जर कोणास पुष्कळशीं नांवें गोळा करावयाचीं असतील तर त्यास प्राकृत पिंगल हा ग्रंथ उपयोगी होईल.

प्राकृत पिंगलामध्यें आज छंदःशास्त्राबाहेरचें समजलें जाईल असेंहि विवेचन आहे. उदाहरणार्थ गणदेवता, गणांचे मित्र, गणफल याविषयींचें विवेचन होय. पृथ्वी, जल, शिखी, वात इत्यादि गणांचे इष्ट देव धरले आहेत. मगण, नगण हे मित्रगण होत तसेच कांहीं वैरिगणाहि आहेत. मगण ऋद्धि, व स्थैर्य देतो अशा प्रकारचे विचारहि ग्रंथांत आले आहेत.

गणांचें प्रस्तारविवेचनहि या ग्रंथांत बरेंच आलें आहे. एकापासून सवीस पर्यंत अक्षरांचीं वृत्तें घेतलीं आणि त्यांत लघु गुरू यांचाहि विकल्प घेतला तर एकंदर अक्षरयोजना किती होतील याप्रकारें विवेचन करून १३४२१७७२६ इतके प्रकार होतील म्हणून सांगितलें आहे. आंकडेमोडी करूं इच्छिणाऱ्यांनीं हें गणित बरोबर आहे किंवा नाहीं तें पहावें.

मात्रागणवृत्तांत, अनेक वृत्तें दिलीं आहेत. उदाहरणार्थ थोडीं वृत्तें येथें देतों. (१) गाहू–मात्रा २७; (२) गाथा–मात्रा १२, १८; लक्षण गीतिप्रमाणें. गाथेमध्येंच लक्ष्मी, उग्गाहा, वगैरे सूक्ष्म भेद दिले आहेत. (३) विगाथा—पूर्वार्धी २७, उत्तरार्धी ३०. (४) गाहिणी–पूर्वार्ध ३० उत्तरार्ध ३२ (५) सिंहिणी–गाहिणीच्या उलट ३२, ३०. (६) स्कंधक–चार मात्रांचा एक गण असे आठ गण, स्कंधकाचे पुढें २८ भेद दिले आहेत. त्यांस भद्र, शेष, सारंग इत्यादि नांवें आहेत. (७) दोहा–पाद चार मात्रा १३, ११, १३, ११. दोहावृत्ताचे भ्रमरशरभादि भेद दिले आहेत. (८) रसिकावृत्त–चार लघु, चार लघु, तीन लघु अशा ११ लघु अक्षरांच्या ६ पंक्ती. (९) रोला–चोवीस मात्रा मधून मधून गुरु अक्षर. (१०) गंधाना वृत्त—पहिल्या ओळींत ७ अक्षरें, दुसऱ्या ओळींत १८ अक्षरें, यमक साधणें. (११) चौपाई (चतुष्पादिका)--प्रत्येक पादांत चार मात्रांचे ७ गण व एक गुरु म्हणजे ३०.मात्रा.

या प्रकारें आपल्या वृत्तविवेचनांत निरनिराळीं तत्वें प्राकृत पैंगलानें आणलीं आहेत असें दिसून येईल. अक्षरवृत्तें बहुतेक संस्कृत ग्रंथकारांच्या परिचयाचींच आहेत.

मराठी वृत्तें.—मराठींत संस्कृत वृत्तें घेतलीं जातात तरी मराठींत प्राचीन काळापासून मात्रागण वृत्ताकडे किंवा अक्षरमान छंदःशास्त्राकडे लक्ष देऊन काव्यें करण्याचा प्रघात आहे. मराठींतील वृत्तें येणें प्रमाणें.

मराठी वृत्तांचें कोष्टक.

वृत्ताचें नांव	मात्रावृत्त किंवा अक्षर वृत्त.	सम अर्धसम अथवा विषम	प्रत्येक पादांतील अक्षरें.	प्रत्येक पादांतील मात्रा.	प्रत्येक वृत्तांतील चरण.	यति.	यमक.
अभंग मोठा प्रकार १	अ.	सम.	६ ६ ६ ४.				दुसऱ्या व तिसऱ्या चरणांच्या शेवटीं.
अभंग मोठा प्रकार २	अ.	सम.	६ ६. ६ ४.				पहिल्या तिन्ही चरणांच्या शेवटीं.
अभंग लहान प्रकार १	अ.	सम.	८, ८		२		दोन्ही चरणांस यमक.
अभंग लहान प्रकार २	अ.	विषम.	८, ७		२		दुसऱ्या चरणांतील चवथें यमकाक्षर.
अभंग लहान प्रकार ३	अ.	सम.	८, ८. ८, ८.				पहिल्या तीन चरणांच्या शेवटीं यमक
दिंडी	मा.	विषम.		१९	४	९, १०	प्रत्येक चरणाच्या शेवटीं यमक.
साकी	मा.	विषम.		२८	२	१६, १२	चरणाच्या शेवटीं यमक.
ओवी	अ.	विषम.	८, ८. ८, ७.		४		पहिल्या तिन्ही चरणांच्या शेवटीं यमक.
घनाक्षरी.	अ. व मा.	विषम.	८, ८. ८, ७.	१२ १२ १२ ११	१६		पहिल्या तीनहि चरणांच्या शेवटीं यमक.

याशिवाय सवाई हें वृत्त मराठींत आहे तें आचार्यांच्या चर्पटपंजरीशीं सदृश आहे. मरहट्टा उर्फ महाराष्ट्र म्हणून प्राकृत पिंगलांत वृत्त आहे तें सवाईसारखेंच आहे.

मराठींत सामान्य जन कटाव, पदें, लावण्या वगैरे करतात त्यांचा छंदोदृष्ट्या विचार फारसा झाला नाहीं तथापि प्रोफेसर माधव त्रिंबक पटवर्धन यांनीं थोडा प्रयत्न केला आहे आणि त्या प्रयत्नाचें फल त्यांनीं विस्तारांत [मे १९२२] दिलें आहे. या लेखांत मुख्य अर्वाचीन पदें घेऊन २७ वृत्तें बसविलीं आहेत ती येणें प्रमाणें: या ठिकाणीं —खूण गुरु अक्षर दाखविते पण या गुरुबद्दल दोन लघु अक्षरें आलीं तरी चालतात. + हें चिन्ह शुद्ध गुरु अक्षर दाखवितें व ⌣ चिन्ह लघु अक्षर दाखवितें.

'मनोरम' हा त्यांनी एक आठ मात्रांचा नवीन गण कल्पिला आहे त्याचे मुख्य प्रकार येणेंप्रमाणें:—क—गण [– – – –]; ख—गण (‿ – ‿ – –); ग—गण (‿ – – ‿ –); घ—गण (– ‿ – ‿ –] ङ—गण [– – ‿ – ‿]. ङ गण क्वचित् येतो, म्हणतांना तो अडथळा करतो व मूळ चालींत फरक करतो म्हणून तो सदोष समजावा.

(१) **स्वर्गंगा किंवा फटका**.-[॥ क्ष । क्ष । क्ष । ‿ = ‿ ‡ ॥]. तीन 'मनोरम' गण व एक मगण मिळून या वृत्ताची एक ओळ तयार होते. मगणाऐवजीं (‿–‿–) असा लघुगुरुक्रम आला तरी चालतो. वर सांगितल्याप्रमाणें (–) ही खूण ज्या गुरुच्या ठिकाणीं दोन लघु आले तरी हरकत नाहीं असा गुरु दाखविते. (+) ही शुद्ध गुरुची खूण आहे. (॥...॥) ही खूण ओळीची लांबी दाखविते. (क्ष) ही खूण 'मनोरम' गण म्हणजे कखगघङ यांपैकीं कोणताहि गण तिथें बसतो हें दाखविते. या वृत्तांत "भीमक बाळा म्हणे नृपाळा विकट वाट वहिवाट नसावी०" "दो दिवसांची तनु हे साची" वगैरे पदें आहेत.

(२) **बालानंद**.—हें वृत्त अत्यंत सुलभ आहे. एक 'मनोरम' गण व एक मगण मिळून बालानंदाची एक ओळ तयार होते. केशवस्वामींची 'तारकदिक्षा' वगैरे अनेक पदें व शिवदिनकेसरीचें "दैवें नरतनु सांपडली" वगैरे पदें या वृत्ताचीं आहेत.

(३) **साकी** किंवा **रसवाहिनी** [॥ क्ष । क्ष । क्ष । + ॥] तीन मनोरम गण व नंतर चार मात्रांचा एक गण मिळून रसवाहिनी वृत्ताची एक ओळ होते. असें एक युग्मक व नंतर ॥ क्ष । + ॥ – – । क्ष । + ॥ अशा दोन समयक छोट्या ओळींचें युग्मक मिळून एक शुद्ध साकी होते.

(४) **चंद्रकांत** किंवा **सुलभा** [॥ क्ष । क्ष । क्ष । +॥] हें वृत्त फार जुनें व सुलभ असून 'चंद्रकांत राजाची कन्या' या पदामुळें फार लोकप्रिय आहे.

(५) **सूर्यकांत** किंवा **राजसा** [॥ क्ष । क्ष । क्ष । ‿ + ॥] कांहीं जुन्या कवितांतून सुलभा व राजसा या वृत्तांचें सरमेसळ मिश्रण केलेलें आढळतें. उदा० विनायकाची 'सोंगटीचा खेळ' ही कविता किंवा प्रभाकरकृत 'लक्ष्मीपार्वती विनोद' इत्यादि.

सुलभा व राजसा ओळींत शेवटला भाग पुन्हा घोळून म्हणण्याचा एक प्रकार आहे व त्या पुनरुच्चाराच्या वेळीं जन हो, रे मना, सखे ग, वगैरे शब्द सहज म्हणण्यांत येतात. त्यामुळें ह्या दिडक्या ओळीमुळें नवीन वृत्त होतें, त्याला **उपचंद्रकांत** व **उपसूर्यकांत** अशीं नांवें देतां येतील.

(६) **माधवकरणी** उर्फ **मधुरा**.—चंद्रकांत व उपचंद्रकात मिळून हें वृत्त होतें. अंतरा असल्यास उपचंद्रकांताचा. याचें पृथकरण [॥ क्ष । क्ष । क्ष । + ॥ ⏑ ⏓ ≡ । क्ष । +॥] उदा०- प्रेम तुझें मजवर नाहीं हें सखे जाणतों मी ॥ नको तूं मला पुन्हां सांगूं ॥

(७) **मेनका**.—उपचंद्रकांताची तोकडी ओळ आर्धी व चंद्रकांताची नंतर असा क्रम घातला म्हणजे 'वसंतीं बघुनि मेनकेला' या पदाचें 'मेनका' वृत्त तयार होतें.

(८)**केशवकरणी** उर्फ **सुरा** [॥ क्ष । क्ष । क्ष । ‿ +॥ × । क्ष । ‿ + ॥]. × खूण ज्या ठिकाणीं आहे तेथें य गण अगर रगण अगर दोन गुरु आले तरी चालतील असें समजावें. उदा० "भला जन्म हा तुला लाभला" वगैरे राम जोश्याच्या लावण्या. 'वीरा भ्रमरा०' 'वीर शिरोमणी०' वगैरे पदें लिहून अण्णा किर्लोस्करांनीं ही चाल रंगभूमीवर आणली.

(९)**राजहंस** उर्फ **रसतरंगिणी** [॥–। क्ष । –+ ॥]उदा० "उद्धवा शांतवन कर जा" "राजहंस माझा निजला" या पदानें हें वृत्त फार लोकप्रिय झालें आहे.

(१०) **हंसा राणी** [॥–। क्ष । ++ ॥] उदा० देवलांचें 'श्रीमंत पतीची राणी' हें पद.

[११] **शारद** [॥– +॥ ⏓ ⏑ ।–‿+॥ ⏓ ⏑ । –‿+॥ ⏓ ⏑ । – – +॥] किंवा [॥– –‿॥ ⏓ ⏑ । – – ‿॥ ⏓ ⏑ । – – ‿॥ ⏓ ⏑ । – –+॥] उदा० "घरिं मुलें ॥ तशीं हीं फुलें ॥ हूड वत्सलें ॥ लोचनें वघणें ॥१॥

[१२] **नृपममता**. रसतरंगणीच्या प्रत्येक युग्मकानंतर एक रगणवजा तोकडी ओळ; आणि शारद अंतरा व त्यामागून एक रसतरंगिणीची ओळ मिळून 'नृपममता' वृत्त तयार होतें. उदा० 'या पुढें' व 'स्वप्न' या विनायकाच्या कविता.

[१३]**भूपति वैभव** [॥ – । क्ष । क्ष । – + ॥]. उदा० 'भूपती खरे ते' हें देवलांचें पद.

[१४] **अक्रूर** किंवा **शमनी** [॥–। ⏑ = ‿ ‡ क्ष । – + ॥–। क्ष । –+॥] उदा० 'आजि अक्रुर हा.'

[१५] **मुद्रिका** [॥–। क्ष । क्ष । ‿ + ॥– । क्ष।++ –। क्ष । ‿+ ॥] उदा० 'मुद्रिके राम टाकुनी अलिस तूं कशी'.

[१६] **पादाकुलक** [॥ क्ष । क्ष ॥] उदा० श्रीशंकराचार्यांचें चर्पटपंजरिका स्तोत्र, केशवसुताचे 'सतारीचे बोल' पादाकुलकाच्या तीन ओळी व चवथी ओळ ॥ क्ष । + ॥ मिळून **अंजनीगीत** होतें.

[१७] **वधूवल्ली** [॥ ×।–+ ॥–। क्ष । –+ ॥]. अंतरा पादकुलक वृत्तांत असतो. उदा० एकनाथाचें "गाफल हूवा" तुकारामाचें 'स्वस्थ बसावें,' शिवदिनकेसरीचें 'भाव धरारे.'

[१८] **देवला** [॥–। क्ष । ⏓ ⏒ ॥ ⏓ ⏑ ॥ = ⏓ ⏒ ॥ ⏓ ⏑ । –+ ॥–। क्ष । ⏑ ‡ ॥] उदा० मृच्छकटिकांतील 'जरि नाहीं कमल तें करीं.'

[१९] **म्हातारा** [॥ क्ष । + ॥ × । क्ष । + ॥] उदा० 'तं माझा यजमान रामा;' 'म्हातारा इतुका न.'

[२०] **मालीण** [॥–।+॥×।क्ष।+ ॥–।क्ष।क्ष।क्ष।+॥] अंतरा मंजरी [॥–।क्ष।क्ष। ⌣–॥] उदा० 'मालिण नव तरणी, ' ' तरुण कुलिन गोरा. '

[२१] **पद्मा** [॥––+।–⌣–+।––+।–⌣+॥] उदा० ' रुवती कां तीर्थयात्रा, ' ' शैवालें युक्त जैसें पंकज तें शोभतें. '

[२२] **पंचकल्याणी** [×।क्ष। ⌣+॥×।क्ष। ⌣+॥–।क्ष।क्ष। ⌣+॥–।क्ष।क्ष+⌣ ॥] मूळ चाल ' पंच कल्याणी घोडा अबलख ' या लावणीची आहे. उदा० ' सुटला पितृदिशेचा वारा ' हें देवलकृत पद.

[२३] **आर्द्रा** [॥–⌣+।–+।–⌣+॥–⌣++॥] अंतरा ३ ओळी पादाकुलकाच्या; चौथी पादाकुलकच. उदा० " मज गमे ऐसा जनक तो। मांग साचा ॥ " इत्यादि.

[२४] **घुंगुरवाळा;** [॥––। ⌣ – ⌣ ‡ ॥ ⌣– ⌣ ‡ ॥क्ष।–+॥]. उदा० गोविंदाग्रजाचें ' घुंगुरवाळा ' हें पद. तुकारामाचें ' खेळ ग फुगडी ' हें पद.

[२५] **कृष्णाकोयना** [॥×।क्ष।⌣+॥×।क्ष।⌣+॥ अंतरा ॥–।क्ष।⌣– ॥]. माधवानुजाच्या ' कृष्णाकोयनांचा संगम ' या लोकप्रिय कवितेचें हें वृत्त आहे.

[२६] **कुसुमगंधा** [॥–––।क्ष।+॥क्ष।क्ष।क्ष।+॥]. उदा० देवलकृत ' मधुर किती कुसुम गंध सुटला. ' किर्लोस्करकृत ' खचित बाई व्यर्थ अम्ही अबला. '

[२७] **कबीर** [॥–।क्ष। –+॥×।क्ष।+॥ नंतर॥क्ष।क्ष।क्ष। ⌣ _ ⌣ ‗ ॥ या फटका उर्फ स्वर्गंगा वृत्तांत युग्मकें] ' सबसे राम भजन करलेना ' या कबीराच्या पदाच्या वृत्तालाच ' कबीर ' हें नांव दिलें आहे. ही चाल रा. आनंदराव टेकाडे यांनीं पुढें आणिली पण त्यांनीं या वृत्ताची ओढाताण फार केली आहे. त्यांच्या ' स्वैर विचार, ' ' हे भारतीय समशेरी ' वगैरे कविता या वृत्तांत आहे.

मराठी छंदःशास्त्रास जें थोडें निराळें स्वरूप आलें त्याचें एक कारण येथें दिलें पाहिजे.

मराठी कवितेंत अक्षरगणवृत्तें फारशीं उपयोगांत आलीं नाहींत. ज्ञानेश्वर, नामदेव,तुकाराम,रामदास,श्रीधर, मुक्तेश्वर, महिपति वगैरे मोठमोठ्या कवींनीं देखील ओवी अभंगासारख्या वृत्तांचाच आश्रय केला. अक्षरगणवृत्ताचें ओझें फार मोठें होऊं लागलें. संस्कृत ग्रंथकारांपेक्षां मराठी ग्रंथकारांवर एक ओझें जास्त पडलें होतें. संस्कृत कविता निर्यमक होती. मराठी श्रोत्यांचा वर्ग सयमक कवितेस चटावलेला होता. त्यास निर्यमक कविता आवडेना तेव्हां अक्षरगणवृत्ताकडे दुर्लक्ष करणें मराठी कवींनां प्राप्त झालें. असो आतां तौलनिक छंदःशास्त्राकडे आणि चिनींतील छंद व संगीत यांच्या स्वाभाविक संयोगाकडे वळूं.

तेलगू छंदःशास्त्र.—तेलगू कवि यांनीं सर्व वृत्तें संस्कृत घेतलीं आहेत. पण विशेषतः ते संस्कृत वृत्तांपैकीं शार्दूल विक्रीडित, मत्तभविक्रीडित, उत्पकमाला व चंपकमाला हीं चार वृत्तें वापरतात. संस्कृत वृत्तें जरी घेतलीं आहेत, तरी त्यांत तेलगू लोकांनीं प्रास व यति असे दोन आपलेच नियम घालून दिले आहेत. तेलगू कवितेस अंत्य यमकांची शृंखला नाहीं. तेलंगी पद्यांच्या चारी चरणांस प्रास पाहिजे, व प्रत्येक चरणास यति पाहिजे. म्हणजे श्लोकाच्या चारहि चरणांचें द्वितीयाक्षर एकच व्यंजन पाहिजे. स्वरभेद असल्यास चिंता नाहीं. पहिल्या चरणाचें दुसरें अक्षर जर ' क ' असेल तर बाकीच्या चरणांचें द्वितीयाक्षर कच्या बाराखडीतलेंच पाहिजे; दुसरें कोणतेंहि द्वितीयाक्षर जोडाक्षर असेल तर बाकीच्या चरणांचीं द्वितीयाक्षरें त्याच जोडाक्षरांच्या बाराखडींतल्यांपैकीं पाहिजेत. यति म्हणजे विश्रामस्थान—चरण वाचतांना थांबण्याची जागा. पण तेलगू यतीचा असा नियम आहे कीं, थांबून पुनः ज्या अक्षरापासून वाचायला सुरुवात करावयाची तें अक्षर व चरणाचें पहिलें अक्षर समोच्चरणाचीं [सारख्या उच्चारांचीं] पाहिजेत पण दोन्ही ठिकाणीं प्रासाप्रमाणें एकच अक्षर पाहिजे असा कडक नियम नाहीं. कित्येक अक्षरांकरितां दुसरीं कित्येक अक्षरें यतिस्थानीं राहूं शकतात व अशा अक्षरांत यतिमैत्री आहे असें म्हणतात. उदाहरणार्थ, च, छ, ज, झ, श, ष व स या अक्षरांत यतिमैत्री आहे. प्रत्येक वर्गाच्या पहिल्या चार अक्षरांत परस्पर यतिमैत्री आहे. असेच इतर तेलगू छंदःशास्त्राविषयीं बरेच बारीक नियम आहेत.

आतांपर्यंत वैदिक व वेदकालीन लौकिक प्रवृत्तीपासून जें छंदःशास्त्र निर्माण झालें त्याचा विकास सांगितला. आतां आपण आपली दृष्टि जरा व्यापक करून संस्कृतोद्भव छंदःशास्त्र आणि इतर भाषांतील छंदःशास्त्र यांच्या तुलनेस लागूं. संस्कृतोद्भव छंदःशास्त्र, द्राविड छंदःशास्त्र आणि पाश्चात्यांचें छंदःशास्त्र यांच्यामध्यें कोण कोणतें सादृश्य आणि विसादृश्य आहे तिकडे आतां वळूं. वृत्तें नवीन नवीन रचणें हें निराळें आणि साधारण म्हणण्यांतलें वृत्त घेऊन त्याची शास्त्रीय पद्धति बसविणें हें निराळें. वृत्त हें भाषेशीं फक्त कांहीं अंशीं संलग्न असतें पूर्णांशानें नसतें. मराठींत आघातांवर वृत्तरचना करावयाची झाल्यास ती अशक्य नाहीं. लघुगुरुतत्वावर इंग्रजींत वृत्तरचना करणें अशक्य नाहीं. पण असें होण्यास ती भाषा वापरणारांच्या कानास निरनिराळ्या प्रकारच्या वृत्तपद्धती ऐकण्याची संवय उत्पन्न करावी लागते. संस्कृत वृत्तपद्धति तामिळ भाषेस रुचली नाहीं. पण तेलुगुस रुचली आणि तिचा यवद्वीपांत देखील प्रसार झाला.

निरनिराळ्या छंदःशास्त्रांची तुलना करावयाची म्हणजे प्रत्येक भाषेंतील कवितेच्या गणांचें स्पष्टीकरण करावयाचें.

गण आणि वृत्तें.—छंदःशास्त्र म्हणजे पद्यरचनेसंबंधाचें शास्त्र. पद्य किंवा कविता साधारणपणें चार ओळींची असते. प्रत्येक ओळीचे जे विभाग पडतात त्यांनां शास्त्रीय संज्ञा गण

(फूट) अशी आहे. एकेक गण अनेक अवयव अथवा गणांश (सिलेबल्स)मिळून झालेला असतो. गणांतर्गत अवयवांचा म्हणजे गणांशांचा विचार करण्याच्या तीन निरनिराळ्या पद्धती आहेत. कित्येक भाषांमध्यें गणांतील प्रत्येक अवयवाचा स्वतंत्र विचार करून त्याला नांव देण्याची पद्धति आहे. कांहीं भाषांमध्यें अवयव प्रत्येक स्वतंत्रपणें किंवा समुच्चयानें विचारांत घेण्याची पद्धति आहे; आणि कांहीं भाषांमध्यें गणांतील आघातयुक्त (ॲक्सेंटेड) गणांश कायतो विचारांत घेण्याची पद्धति आहे. यांपैकीं पहिली पद्धति संस्कृत भाषा व संस्कृतप्रमाणें पद्यरचना ज्यांत होत असते अशा मराठी, तेलुगु व कानडी या भाषांत प्रचलित आहे. दुसरी पद्धति तामिळ भाषेंत, आणि तिसरी यूरोपीय भाषांमध्यें आढळते. पहिल्या पद्धतींत प्रत्येक अवयव लघु किंवा गुरु या नांवानें विवक्षिला जातो; दुसऱ्या पद्धतींत नरे किंवा निरई या नांवानें; आणि तिसऱ्या पद्धतींत साघात (ॲक्सेंटेड) किंवा निराघात (अनॅक्सेंटेड) या नांवानें ओळखला जातो. गणांतील अवयवांची संख्या अमर्यादित नसते; प्रत्येक गण दोन किंवा तीन अवयवांचा असतो. गुरु, नरे किंवा साघात अवयव दर्शविण्याकरितां (ऽ) अशी खूण योजून, आणि लघु, निरई व निराघात अवयव दर्शविण्याकरितां (।) अशी खूण वापरून छंदःशास्त्रांतील गणांची रचना किती निरनिराळ्या प्रकारच्या गणांची होऊं शकेल हें पुढील कोष्टकावरून स्पष्ट करून देतां येईलः—

गणांतील अवयव	गणांचीं नांवें		
	संस्कृत,मराठी,	तामिळ भाषा	यूरोपीय भाषा
ऽ ऽ	गग	थेम	स्पाँडी
। ऽ	लग	पुलिम	आयंबस
ऽ ।	गल	कुविलं	ट्रोकी
। ।	लल	करुविलं	पिऱ्हिक
ऽ ऽ ऽ	मगण	तेमंगइ	मोलोसस
। ऽ ऽ	यग .	पुलिमंगइ	बॅकिक
ऽ । ऽ	रगण	कुविलंगइ	क्रेटिक
। । ऽ	सगण	करुविलंगइ	अनापेस्ट
ऽ ऽ ।	तगण	तेमंगनी	ॲंटिबॅकिक
। ऽ ।	जगण	पुलिमंगनी	ॲंफिब्रॅक
ऽ । ।	भगण	कुविलंगनी	डॅक्टिल
। । ।	नगण	करुविलंगनी	ट्रायब्रॅक

तथापि गणाचा विभाग एकेक अवयवच असतो असें नाहीं, आणि म्हणून थेम आणि गग हे एकच आहेत असें मानणें चुकीचें आहे. वरील कोष्टकांत गणाचे विभाग दर्शविले आहेत. त्यांत त्यांचें स्वरूप कांहीं असो पण त्यांचें परस्पर सादृश्य पाहण्यालायक असतें. संस्कृत, तेलुगु आणि कानडी या भाषांतील गणांचा प्रत्येक विभाग एकेकच अवयवाचा झालेला असतो व त्याला गुरु किंवा लघु हें नांव असतें. लघु अक्षर, गुरु अक्षर, आणि निरनिराळे गण यांच्या व्याख्या किंवा वर्णन येथें देण्याची जरूर नाहीं. इतकें सांगितलें म्हणजे पुरे कीं, ज्याला अक्षरगण म्हणतात ते संस्कृत, मराठी, तेलुगु व कानडी या भाषांत सारखेच आहेत. येथें एक गोष्ट मात्र लक्षांत घेण्यासारखी आहे कीं, तेलुगु भाषेमध्यें याच गणांपैकीं कांहींचे सूर्य, इंद्र आणि चंद्र गण असे जे विभाग पाडतात ते नियमविरुद्ध आहेत असें सकृद्दर्शनीं वाटतें; पण वास्तविक त्यामध्यें पूर्ण अर्थ भरलेला आहे. या गणांच्या योगानें कांहीं विशिष्ट प्रकारचीं वृत्तें तयार होतात. त्यासंबंधानें भिमन यानें एक नियमहि दिलेला आहे, परंतु तो केवळ कृत्रिम स्वरूपाचा आहे. तेलुगु भाषेमध्यें सूर्य, इंद्र आणि चंद्र अशी गणांची स्वतंत्र विभागणी असण्याची जरूरी काय असावी याचा उलगडा बरेच दिवस झाला नव्हता. द्राविडी भाषांतील छंदःशास्त्राचा अधिक अभ्यास झाल्यावर हा प्रश्न उलगडला. कानडी भाषेमध्यें ब्रह्मा, विष्णु आणि रुद्र असे तीन मूळ देश्य भाषेंतील गण आढळतात, त्यांचें उपर्युक्त तेलुगु भाषेंतील सूर्य, इंद्र व चंद्र ह्या तीन गणांशीं फार सादृश्य आहे. कानडींतल्या या गणांनीं बनणाऱ्या वृत्तांची तेलुगूतील वृत्तांशीं तुलना करितां त्यांच्या लक्षणांतच नव्हे तर शास्त्रीय नांवांमध्येंहि फार साम्य आहे असें आढळून येतें. यावरून असें अनुमान निघतें कीं, संस्कृत भाषेचा प्रवेश सदरहू प्रांतांत होण्यापूर्वीच तिकडील मूळ भाषेमध्यें कांहीं एक प्रकारचीं वृत्तें होतीं व त्यांच्या व्याख्याहि ठरलेल्या होत्या. पुढें संस्कृत भाषेचा प्रसार तिकडे झाल्यावर संस्कृतांतील छंदःशास्त्रीय पारिभाषिक शब्दांत त्या मूळच्या गणांच्या व्याख्या व लक्षणें देण्यांत आलीं. तेलुगु भाषेंतील सूर्य, चंद्र व इंद्र या गणांवर अवलंबून असलेल्या वृत्तांची अशीच स्थिती आहे. तात्पर्य सूर्य, चंद्र व इंद्र या गणांचा अंतर्भाव संस्कृत छंदःशास्त्रांत होण्याचें कारण त्यांचें मूळ देश्य भाषेंतील वृत्तांतलें अस्तित्व हें होय. मूळच्या शुद्ध तेलुगु भाषेंतील गणांचा व वृत्तांचा अंतर्भाव मूळच्या कानडी वृत्तांत व गणांत झालेला आहे. तामिळ भाषेंत गण व वृत्तें पुष्कळ असून कानडींतील गण व वृत्तें हा त्यांचा केवळ एक भाग आहे.

याकरितां तामिळ भाषेंतील छंदःशास्त्राची माहिती असणें जरूर आहे. तामिळ भाषेंतील गणांचें मोजमाप नरे व निरई या मानगडीच्या साधनांनीं करितात. तामिळ भाषेंत गणाला सीअर म्हणतात आणि गणांतील अवयवांना असइ म्हणतात. असईचेंहि पोटविभाग असतात त्यांना नेदिल, कुरिल व अर्धमात्राइ असें म्हणतात.

नेदिल म्हणजे दीर्घस्वर असलेलें अक्षर; उ० की, कू. कुरिल म्हणजे लघुस्वर असलेलें अक्षर; उ० कि, कु. अर्धमात्राइ म्हणजे स्वरहीन व्यंजन; उ० क्, त्, म्.

असइंचे नरे असइ व निरइ असइ असे दोन प्रकार आहेत. द्राविडी गण व वृत्तें यांवरून ठरविलेलीं असल्यामुळें त्यांची सविस्तर माहिती येथें देणें जरूर आहे.

नरे असइ म्हणजेः—

(१) एक कुरिल (लघु अक्षर) उ० क, न; किंवा (२) एक लघु अक्षर व त्यानंतर आलेली अर्धमात्राइ, उ० गम्, नम्; किंवा (३) एक नेदिल (गुरु अक्षर) उ० का, ना; किंवा (४) एक गुरु अक्षर व त्यानंतर आलेली अर्धमात्राइ उ० काम्, नाम्.

यावरून असें दिसून येतें कीं, नरे म्हणजे एक पूर्ण अक्षर, मग त्याला जोडून अर्धमात्राइ असो किंवा नसो. मात्र नरे कधींहि दोन अक्षरांचा नसतो. तेलुगु परिभाषेप्रमाणें नरे हा लघु किंवा गुरु या दोहोंपैकीं कोणीहि असूं शकेल.

परंतु नरेला कोणतेंहि एक लघु अक्षर आधिक जोडलें (गम्चें अगम् झालें) कीं त्याला निरइ म्हणतात.

ल। ग। गा। गम्। हे सर्व प्रत्येक स्वतंत्र मानल्यास नरे आहेत.

लल। लगन्। लगा। लगान्। यांपैकीं प्रत्येक निरई आहे.

यावरून निरइ म्हणजेः—

(१) दोन एकत्र असलेलीं लघु अक्षरें; उ. लल; किंवा
(२) दोन एकत्र असलेलीं लघु अक्षरें व त्यानंतर आलेली अर्धमात्राइ; उ. लगन्; किंवा
(३) एक लघु व एक गुरु अक्षर; उ. लगा; किंवा
(४) एक लघु नंतर एक गुरु अक्षर नंतर एक अर्धमात्राइ; उ. लगान्.

तेलुगु परिभाषेंत निरइला लल किंवा लग यांपैकीं कोणतेंहि नांव योग्य आहे.

तामिळ भाषेंत गणविभागणी करूं लागलों म्हणजे असें दिसून येतें कीं, नरेचा उपयोग कवितेच्या ओळींत जपूनच करावयास पाहिजे. नरे नेहमीं एकावयवी असतो. तो गणाच्या शेवटीं असला म्हणजे गुरु किंवा लघु कोणताहि असूं शकेल. परंतु गणाच्या आरंभीं किंवा मध्यें नरे हा गुरुच असला पाहिजे; तो लघु कधींच असतां कामा नये. कारण अशा ठिकाणीं नरे लघु असल्यास तो लगेच गणांतल्या पुढल्या अक्षराशीं जोडला जाऊन त्याचा दोन अवयवी निरइ बनतो. म्हणून आरंभींचा व मधला नरे गुरुच असला पाहिजे. गणाच्या शेवटीं मात्र नरे गुरु किंवा लघु कोणताहि असूं शकेल. कारण एका गणाचा दुसऱ्या गणाशीं मुळींच संबंध नसतो; म्हणून लघूच्या पुढें कोणतेंहि अक्षर जोडलें जाऊन त्याचा निरइ बनण्याची मुळींच शक्यता नसते.

कवितेच्या प्रत्येक ओळीचा गण हा मुख्य भाग होय. गणाचे अवयव तामिळ भाषेंत मिश्र असतात. तेलुगु छंदःशास्त्राची तामीळ छंदःशास्त्राशी तुलना करणें दोघांनां समान अशीं चिन्हें ठरविल्याशिवाय शक्य नाहीं. त्याकरितां एक योजना ठरविण्यांत आलेली आहे. निरइ म्हणजे लल किंवा लग. नरे मात्र नेहमीं गुरु असतो. फक्त गणाच्या शेवटीं तो गुरु किंवा लघु कोणताहि चालतो. कांहीं शुद्ध कानडी व शुद्ध तेलुगु वृत्तांचा व गणांचा विकास कसा झाला हें येथें थोडेंसें स्पष्ट करूं.

तामिळ भाषेंतील अगदीं जुन्या वृत्तांपैकीं अहवल्व हें एक आहे. त्याचे गण थेम, पुलिम, कुविलम्, आणि करुविलम् हे आहेत. परंतु ४ कइ सीअर (गण) यांचाहि त्यांत समावेश होणें शक्य असतें. डॉ. जी. यू. पोपचें मत तसेंच आहे. तो म्हणतोः "थेम, गण इंग्रजी स्पॉंडी किंवा ट्रोकीयांच्या सारखा आहे; आणि पुलिम इंग्रजी अनापेस्ट, ट्राय ब्रॅक, बॅचियस्, किंवा क्रेटिक यांच्या सारखा आहे. याचप्रमाणें इतर गणांसंबंधानें म्हणतां येईल.

थेम आणि पुलिम गण येणेंप्रमाणें असतातः—

ऽऽ, ऽ।, । ऽऽ , ।ऽ।, ।।ऽ, ।।।.

कानडींतले ब्रह्मगण म्हणजे यांपैकींच कांहीं असतात; उदाहरणार्थ ऽऽ, ऽ।, ।।। आणि ।।ऽ.

तेलुगु भाषेंतले सूर्यगण या कानडी गणांपैकींच कांहीं असतात उदा० ऽ। आणि ।।।.

कुविलम्, करुविलम्, तेमंगइ आणि पुलिमंगइ गण येणेंप्रमाणेंः ऽ।ऽ, ऽ।।, ।।।।, ।।।ऽ, ।ऽ।।, ।ऽ।ऽ, ऽऽऽ, ऽऽ।, ।ऽऽऽ, ।।ऽऽ, ऽऽ।।, ।।ऽ।.

कानडींतले विष्णुगण म्हणजेहि वरच्यांपैकींच कांहीं; उदा० ऽ।ऽ, ऽ।।, ।।।।, ।।।ऽ, ऽऽऽ, ऽऽ।, ।।ऽ।.

तेलुगु इंद्रगण म्हणजे कानडींतल्या गणांपैकीं कांहीं; उदा० ।।।।, ।।।ऽ, ।।ऽ।, ऽ।।, ऽ।ऽ, ऽऽ।.

याप्रमाणेंच रुद्र गणांची स्थिति आहे. येणेंप्रमाणें अहवल्प हें एकच वृत्त म आणि विलम् सीअर (गण) ज्यांत बहुतकरून असतात आणि कइ सीअर [गण] कधींकधीं असतात अशा कवितेचे सर्व प्रकार व्यक्त करतें.

चिनी छंदःशास्त्र.—चिनी भाषेंतील प्राचीन पद्यें बहुधा प्रत्येक ओळींत चार शब्द या नियमानें रचलेलीं असत. पण कधीं कधीं ओळीमध्यें एक शब्दापासून आठ शब्दांपर्यंत संख्याहि आढळते. पद्यें चार ओळींचें एक अशीं असून त्यांतलि पहिली, दुसरी व चवथी ओळ एका यमकांत असते. दुसरें एक प्राचीन वृत्त उपलब्ध आहे त्यांत पहिल्या दोन ओळी प्रत्येकी तीन शब्दांच्या आणि तिसरी ओळ सात शब्दांची असते, व तिन्ही ओळींत यमक साधलेलें असतें. या वृत्तांत कांहीं फार उत्तम अशा करुणरसयुक्त कथा असलेल्या चिनी कविता आहेत.

ख्रिस्तपूर्व ४ थ्या शतकांत एक निराळेंच अनियमित' वृत्त प्रचारांत आलें व त्यांत आवेशयुक्त व रंगेल अशीं 'पद्यें होऊं लागून तें फारच लोकप्रिय झालें, इतकें कीं अद्यापपर्यंतहि तें प्रचारांत आहे. ख्रिस्तपूर्व २ ऱ्या शतकांत

सात शब्दी व पांच शब्दी अशीं दोन नवीं वृत्तें सुरू झालीं व त्यांत थोडीफार सुधारणा होऊन हल्लीं तीं चिनी छंदःशास्त्रांतील प्रमुख वृत्तें बनलीं आहेत. यांपैकीं सात शब्दी वृत्त केव्हां कोणी सुरू केलें याचा पत्ता लागत नाहीं. पांच शब्दी वृत्त मोइ शेंग या कविवर्यानें परिणत स्वरूपास नेलें. या कवीचा मृत्यू ख्रिस्तपूर्व १४० सालीं झाला. यानंतर ७ शतकांनीं तंग घराण्याच्या कारकीर्दींत [इ. स. ६१८—९०५] चिनी काव्याच्या इतिहासांतला अत्यंत उज्ज्वल काल सुरू झाला. या तीनशें वर्षांत मोठ्या योग्यतेचे असे कवी पुष्कळच होऊन गेले.

या काळांत कवितेंतलि स्वरांसंबंधाचे नियम पूर्णत्वास पोहोंचले. पद्यरचनेच्या सोयीकरितां चिनी भाषेंतील सर्व शब्दांचे दोन वर्ग पाडण्यांत आले; एक वर्ग ऋजु शब्दांचा, व दुसरा वक्र शब्दांचा. ऋजु शब्दांचे हल्लीं दोन प्रकार असतात, पण ११ व्या शतकापर्यंत ते सर्व एकाच प्रकारचे मानीत असत. वक्र शब्दांचे ऊर्ध्वगामी, अधोगामी व प्रवेशक असे तीन प्रकार करण्यांत आले. सर्व स्वरांचे भेद तीव्र [शार्प] व शुद्ध अथवा मध्यम [फ्लॅट] या दोन संज्ञांनीं व्यक्त करतां येण्यासारखे आहेत. याप्रमाणें सर्व चिनी वृत्तें स्वरविषयक नियमांनीं निगडित करण्यांत आलीं. उजवीकडून डावीकडे व वरून खालीं याप्रमाणें चिनी भाषेंत पद्य वाचीत गेलें असतां पांच शब्दी कवितेंतला स्वरनिर्देश पुढील प्रमाणें करतां येईलः—

तीव्र	मध्यम	मध्यम	तीव्र	(शार्प)
तीव्र	मध्यम	मध्यम	तीव्र	(शार्प)
मध्यम	तीव्र	मध्यम	तीव्र	(शार्प)
मध्यम	तीव्र	तीव्र	मध्यम	(फ्लॅट)
तीव्र	मध्यम	तीव्र	मध्यम	(फ्लॅट)

सात शब्दी कवितेंतला स्वरनिर्देश पुढील प्रमाणेंः—

मध्यम	तीव्र	तीव्र	मध्यम
मध्यम	तीव्र	तीव्र	मध्यम
तीव्र	मध्यम	मध्यम	तीव्र
तीव्र	मध्यम	मध्यम	तीव्र
मध्यम	तीव्र	मध्यम	मध्यम
मध्यम	तीव्र	तीव्र	मध्यम
तीव्र	मध्यम	तीव्र	तीव्र

चिनी भाषेंतील अनेक वृत्तांपैकीं नमुन्याकरितां वर दोन दिलीं आहेत, व त्यांवरून चिनी पद्यांमध्यें यमकरचना कशी असते त्याची कल्पना वाचकांस येईल. अशी वृत्तरचना व तिच्या जोडीला उत्तम शब्दयोजना असली म्हणजे ती कविता फारच कर्णमधुर होते. उत्तम शब्दयोजना करणें ही केवळ सोपी गोष्ट नाहीं. आपल्याकडे अक्षरगणवृत्तें तयार करण्यास प्रत्येक शब्दाच्या प्रत्येक अक्षराच्या निश्चित लघुगुरुत्वेमुळें जी अडचण होते ती अडचण चिनी वृत्तरचनेपुढें कांहींच नाहीं. कां कीं, त्यांच्या भाषेंत अगोदरच सात ध्वनिरोह निश्चित आहेत आणि त्या ध्वनिरोहांकडे लक्ष देऊन वृत्तांतील उचनीचस्थान साधावें लागतें त्या ध्वनिरोहांची कल्पना थोडीशी येथें दिली पाहिजे.

ध्वनिरोह म्हणजे एकाच शब्दाचीं निरनिराळीं रूपें तयार करण्याकरितां त्याच्या उच्चारांमध्यें जो ठराविक फेरबदल करावा लागतो तो. या प्रकारचे ध्वनिरोह स्पष्टपणें उच्चारून चिनी वाक्य बोलूं लागलें असतां ऐकणाराला गायन चालू असल्यासारखा भास होतो. ह्या ध्वनिरोहांचे मूळ चार भेद —ऋजु, ऊर्ध्वगामी, अधोगामी व प्रवेशक—आहेत. व या प्रत्येकाचे उच्च (अपर) व नीच (लोअर) असे दोन दोन पोटभेद आहेत. कँटनकडील प्रदेशांतल्या भाषेंत हे आठहि ध्वनिरोह प्रचलित आहेत. पण पेकिंगकडील भाषेंत ऋजुउच्च, ऋजु नीच, ऊर्ध्वगामी व अधोगामी अशा चारच ध्वनिरोहांचा उपयोग करतात. या ध्वनिरोहपद्धतीची उत्पत्ति व वाढ कशी झाली त्याचा इतिहास उपलब्ध नाहीं. तथापि ख्रि. पू. तिसऱ्या शतकापर्यंत ऋजु, ऊर्ध्वगामी व प्रवेशक असे तीनच ध्वनिरोह प्रचारांत होते. तेव्हांपासूनच इ. स. ४ थ्या शतकापर्यंतच्या काळांत अधोगामी हा ध्वनिरोह तयार झाला. ११ व्या शतकांत ऋजूचे उच्च व नीच असे प्रकार झाले. पेकिंगकडील चार ध्वनिरोहांनीं एकाच शब्दाचे चार निरनिराळे अर्थ कसे बदलतात ते पुढील उदाहरणावरून दिसून येईल. १ ला 'ऋजु उच्च' ध्वनिरोहः मृत (उच्च व सारख्या आवाजांत); २ रा 'ऋजु नीच' ध्वनिरोहः मृत ? (साधा प्रश्न); ३ रा 'ऊर्ध्वगामी' ध्वनिरोहः मृत ? (अविश्वसनीयतादर्शक प्रश्न); ४ अधोगामी ध्वनिरोहः मृत (जलद व निश्चित उत्तर). आतां वाक्यांतील प्रत्येक शब्द ध्वनिरोहविषयक नियमानुसार जोर देऊन उच्चारावा लागतो असें नाहीं. कित्येक शब्दांवर असा जोर मुळींच नसतो. कित्येक शब्दांचे ध्वनिरोह कांहीं अशीं उच्चारभेदानें व कांहीं अशीं वाक्यांतील स्थानावरून दिग्दर्शित केले जातात.

येणें प्रमाणें जी भाषाच संगीतात्मक ती आपलें छंदःशास्त्र संगीतानें अस्पृष्ट कसें ठेवील. छंदःशास्त्र आणि संगीतशास्त्र यांचा निकट संबंध चिनी कवितेंत जितका व्यक्त होतो तितका अन्यत्र होत नाहीं असें म्हणतां येईल.

सामें, सामवाङ्मय आणि संगीतशास्त्रः—वेदविद्या म्हणजे यज्ञविद्या किंवा यज्ञास लागणाऱ्या निरनिराळ्या ऋत्विजांची विद्या. या विद्येंतच सामांचा अंतर्भाव होत असल्यामुळें दर्शनें किंवा वेदांगें यांच्या अगोदर संगीतशास्त्राची माहिती दिली पाहिजे. पण विवेचनाच्या सोईसाठीं छंदःशास्त्राची माहिती अगोदर देण्यांत आली. संगीतशास्त्र, यालाच याज्ञिकांचा शब्द सामवेद होय. पण सामवेद या शब्दांत संगीताचें ध्वनिशास्त्र अथवा ध्वनिसंतति कौशल्य एवढाच अर्थ दृष्ट नव्हता. तर कोणत्या यज्ञांगाच्या

वेळेस कोणतें गाणें म्हणावें या संबंधींच्या विचाराचाच त्यांत समावेश होई.

सामवेद याची व्याख्या करावयाची म्हणजे यज्ञांतर्गत-संगीत-योजना-ज्ञान अशी करतां येईल.

सामवेद म्हणजे गाण्यांच्या चाली होत वाङ्मय नव्हे.—'साम' म्हणजे स्वरांचें आलापन करून गाइलेलें स्तोत्र. 'साम' शब्दानें ऋचेचीं (मंत्राचीं) अक्षरें व त्यांच्या द्वारां व्यक्त होणारी स्वरमालिका या दोहोंचें ग्रहण करावें लागतें; तथापि स्वरालापन हें सामाचें प्रधान अंग असून ऋगक्षरांचें उच्चारण हें गौण आहे. स्वरालापन म्हणजे गायन. अर्थात् गायनप्रधान अशा सामवेदाची ओळख करून घ्यावयाची म्हणजे त्यांतील गाण्यांची ओळख करून घ्यावयाची. सामगायन कानानें ऐकतांना जरी अक्षरांच्या मालिका कानांवर पडतात तरी त्या अप्रधान असून, त्यांच्या आश्रयानें ऐकूं येणारी स्वरांची मालाच मुख्य रंजक होय. तात्पर्य हें कीं, साम हें स्वरप्रधान आहे. सामवेद म्हणून जें पुस्तक दिसतें तें ज्यांच्या आश्रयावर सामगायन गाइलें जातें किंवा निरनिराळीं गाणीं गाइलीं जातात त्या ऋचांचा समूह होय. 'गीतिरूपा मंत्राः सामानि' अशी सामांची व्याख्या पूर्वींच्या शास्त्रज्ञांनीं केली आहे. 'गीतिषु सामाख्या' अशी जैमिनीची व्याख्या असून गीतींच्या म्हणजे गीतांच्या ठिकाणीं साम ही संज्ञा प्राप्त होते असें त्या व्याख्येचें तात्पर्य आहे. ऋक्, यजुः व साम हीं अनुक्रमें पद्यरूप, गद्यरूप व गीतिरूप आहेत. सा + अम = साम. अक्षरसमूहात्मक अशी सा म्हणजे ऋग्रूपी वाक् (वाणी) असून अम म्हणजे (अक्षर व्यातिरिक्त) केवळ स्वर होत. 'सा' (ऋगक्षररूपवाणी) व 'अम' (केवळ स्वर) ह्या दोहोंचें एकीकरण म्हणजे साम असा अर्थवाद ऐतरेय ब्राह्मणांत आला आहे. सामगायनाचें स्वरूप ऋगक्षरांच्या ठिकाणीं निरनिराळ्या स्वरांच्या आलापनानें (निरनिराळे स्वर आळवून म्हटल्यानें) निष्पन्न होत असतें. छांदोग्योपनिषदांत शालावत्यदाल्भ्य संवादामध्यें स्वरांचें सामनिष्पादकत्व दाखविलें आहे. शालावत्यानें 'का साम्नोगतिः' सामाची गति कोणती ? असा प्रश्न विचारला आहे व 'स्वर इति होवाच' स्वर (ही सामाची गति होय) असें दाल्भ्यानें उत्तर दिलें आहे. काण्वश्रुतीमध्येंहि 'तस्यहैतस्य साम्नो यः स्वं वेद भवति हास्य स्वं, तस्य स्वर एव स्वम् इति' असें वर्णन असून, 'त्या सामाचें जो स्वत्व जाणतो तो स्वतः सामस्वरूप होतो -त्यास स्वर हेंच सामाचें स्वत्व वाटतें-असा आशय व्यक्त केला आहे. ज्याप्रमाणें ऋग्वेद म्हणजे अमुक स्तोत्रें नसून ती होत्यांची विद्या आहे, त्याप्रमाणेंच सामवेद म्हणजे केवळ अमुक सूक्तें नसून ती उद्गात्यांची सबंध विद्या होय.

सामवेद म्हणजे यज्ञांतील गाण्यांच्या उपयोगाचें ज्ञान.—उद्गात्याच्या सबंध विद्येमध्यें दोन गोष्टींचा अंतर्भाव होई. एक तर त्याचें संगीतशास्त्र आणि दुसरें म्हटलें म्हणजे यज्ञांत इतर ऋत्विजांशीं सहकारिता करण्यास अवश्य असलेलें यज्ञसंस्थेच्या स्वरूपाचें ज्ञान. कोणत्या यज्ञांत कोणत्या देवतेस उद्देशून कोणतें गाणें गावें, कोणत्या प्रसंगाला कोणती ऋचा गावयास योग्य आहे इत्यादि बाबतींत त्याची तयारी असली पाहिजे. म्हणजे गायनकला व यज्ञविधिचें ज्ञान हीं दोन्हीं मिळून उद्गात्याची विद्या होते. ही सर्व विद्या सामवेद ग्रंथांत येत नाहीं. यज्ञासाठीं वैदिक वाङ्मय तयार झालें असल्यामुळें गात्यास यज्ञविषयक ज्या गोष्टी शिकविणें जरूर आहे त्या गोष्टी सामवेदाच्या ब्राह्मणांत बोधिल्या आहेत.

सामवेदाच्या अभ्यासाची व्यापकता.— मागें [विभाग२ प्रकरण ५] सामवेदाचें स्थूल वर्णन दिलेंच आहे. आर्चिकें, उत्तरार्चिकें म्हणून झालेला भेद तेथेंच वर्णिला आहे. सामांची प्राचीनता तेथें ऋग्वेदांत आलेल्या सामांचा उल्लेख देऊन दाखविली आहे. सामांच्या स्वरांची मांडणी म्हणजे अत्यंत प्राचीन स्वरांकनपद्धति किंवा नोटेशन हेंहि त्या ठिकाणीं उल्लेखिलेलें असून सामांचा श्रौत उपयोग कमी झाल्यानंतर त्यांचा अभिचारकर्माकडे कसा उपयोग होऊं लागला हेंहि स्पष्ट केलें आहे. तथापि, या वेदाचें शास्त्रीय विवेचन तेथें करतां आलें नाहीं. तिकडे आतां आपण वळूं.

सामवेदाच्या शास्त्रिय विवेचनाचीं अंगें अनेक आहेत. सामवेद म्हणून जे ग्रंथ आपणांपुढें दिसतात त्यांचा उद्गम, वृद्धि व इतर वाङ्मयाशीं अन्योन्याश्रय या दृष्टींनीं अभ्यास. औद्गात्राचा म्हणजे यज्ञक्रियेचें एक अंग या दृष्टीनें सामवेदाचा अभ्यास या दृष्टीनें अभ्यास करावयाचा म्हणजे यज्ञसंस्थेंत जीं स्थित्यंतरें वारंवार होत गेलीं त्या स्थित्यंतरांशीं सामवेदविकासाच्या पायऱ्यांचा संबंध निश्चित करावयाचा. तिसऱ्या प्रकारचा अभ्यास म्हणजे सामवेदाचा मुख्य विषय जो संगीतशास्त्र त्याचा अभ्यास. या सर्व प्रकारचा अभ्यास आपणांस महत्त्वाचा आहे.

श्रौतसंस्था आणि औद्गात्र उर्फ संगीतशास्त्र.— संहिताचतुष्टय तयार झालें आणि यज्ञसंस्था सोमयागाच्या पूर्ण विकासानें प्रगल्भ झाली तेव्हां सामवेद ह्या उद्गात्यांचा वेद म्हणून त्याचें स्थान वाङ्मयांत निश्चित झालें. तथापि या परिस्थितीचा पूर्वावलोक कसा करतां येईल हा प्रश्न आहे.

सोमयागाच्या विकासामुळें हौत्रवेदाची पहिली मांडणी करण्यांत आली, तर त्याच सुमारास औद्गात्राची मांडणी झाली काय ? हा प्रश्न सोडवितां येत नाहीं.

हविःसंस्थांमध्यें औद्गात्र फारसें नाहीं: औद्गात्राचा उपयोग अग्न्याधानामध्यें येतो. तथापि अग्न्याधान अशा वेळेस सुरू झालें कीं घरोघरच्या श्रौतांचा संकोच होऊन त्या वेळेस सोमयाग स्वरूपानें वाढला होता. सोमाचा आणि सामकांचा संबंध अत्यंत निकट आहे; आणि हौत्राचा आणि औद्गात्राचाहि संबंध निकट आहे.

सामसंहिता.— औद्गात्रांतील वाङ्मय बहुतेक आठव्या आणि नवव्या मंडलांत सांपडतें. बरींचशीं सूक्तें पहिल्या व दहाव्या मंडळांत सांपडतात. इतर मंडळांत तीं अतिशय थोडीं सांपडतात म्हणजे बहुतेक सामें गोत्रमंडळाबाहेर सांपडतात. म्हणजे ज्या सात गोत्रांच्या वाङ्मयानें हौत्रसंस्था संवर्धित केली त्यांच्या बाहेर उद्गात्यांच्या वाङ्मयाचा उगम आहे. पण तो उद्गात्यांचा वर्ग हौत्रवेत्त्यांच्या अगदींच बाहेरचा नसावा. त्यांच्या विधेस जेव्हां प्रामुख्य आलें तेव्हां त्यांच्या सूक्तांचा प्रवेश हौत्रवेदांत झाला असेल. कदाचित् असेंहि असेल कीं, सामक ज्या ऋचा म्हणत त्या होत्यांमधील विशिष्ट गोत्राच्या मालकीच्या नसून सर्वांच्याच मालकीच्या असाव्यात. त्या कोणी साध्या चालीवर म्हणत आणि कोणी विशेष धाटणीवर म्हणत. साध्या चालीवर पण हौत्राकडे वापरल्या जाणाऱ्या म्हणून त्या हौत्रवेदांत शिरल्या. आणि विशेष धाटणीवर म्हटल्या जाणाऱ्या म्हणून त्या ऋचा व त्या धाटण्या सामवेदांतर्गत झाल्या; आणि हीच गोष्ट अधिक संभवनीय दिसते. कां कीं, यागामध्यें शस्त्रें पठन करतांना शस्त्राच्या प्रारंभींच्या ३ ऋचा उद्गाता धाटणीवर गातो; आणि होता त्याच पुन्हां म्हणून आणखी विशिष्ट ऋचा पुढें म्हणतो.

ब्राह्मणें.— सामवेदसंहिता म्हणून जें वाङ्मय आहे त्यांत केवळ सूक्तें आहेत. त्या सूक्तांची रचना कशी केली वगैरे वर्णन मागें येऊन गेलेंच आहे. त्यांत याज्ञिकशास्त्रहि नाहीं. तें विधिवाक्यांचें संग्रहस्थान जीं ब्राह्मणें त्यांत आहे. यज्ञास उद्देशून संगीतयोजना कशी करावी हें सांगणारे ग्रंथ म्हणजे सामवेदांतर्गत ब्राह्मणें, त्यांकडे वळलें पाहिजे.

गायनशास्त्र सामवेदाची पूर्ण वाढ होईपर्यंत कसें वाढत गेलें याचा पत्ता लागत नाहीं. तें ज्ञान गुरुपरंपरेनें संप्रदायांतच राहिलें असावें.

सामवेदाचीं जीं ब्राह्मणें आहेत तीं संगीतशास्त्र न सांगतां तें शास्त्र सामकांस ठाऊक आहे असें धरून चालतात. त्या शास्त्राचा यज्ञाकडे उपयोग कसा करावा एवढाच काय तो तीं बोध करतात. मधून शास्त्रीय माहिती आलीच तर ती केवळ अनुषंगानें म्हणून येते आणि ती देखील ब्राह्मण ग्रंथांपेक्षां सूत्रग्रंथांत अधिक येते. हें विधान स्पष्ट करण्यासाठीं सामवेदावरील प्रत्येक ब्राह्मणाच्या अंतरंगाचें थोडेंसें स्वरूप देतों. वाङ्मयवर्णनानंतर तदंतर्गत शास्त्राकडे लक्ष देऊं.

सामवेदावरील ब्राह्मणें.—सामवेदावरील ब्राह्मणें कोणकोणतीं व त्यांचा क्रम कसा हें सायणाचार्यांनीं दिलें आहे. ते म्हणतात.

अष्टौ हि ब्राह्मणग्रंथाः (१) प्रौढ ब्राह्मणमादिमं ॥
(२) षड्विंशाख्यं द्वितीयं स्यात्ततः (३) सामविधिर्भवेत् ॥
(४) आर्षेयं (५) देवताध्यायं (६) मंत्रं चोपनिषत्ततः ॥
(७) संहितोपनिषद् (८) वंशो ग्रन्था अष्टावितीरिताः ॥

यावरून असें स्पष्ट होतें कीं सामवेदावरील ब्राह्मणग्रंथ म्हणजे (१) प्रौढ (तांड्य), महाब्राह्मण किंवा पंचविंश ब्राह्मण, (२) षड्विंश, (३) सामविधान, (४) आर्षेय, (५) दैवत, (६) उपनिषद् (७) संहितोपनिषद् व (८) वंश हे होत. यांपैकीं प्रत्येक ब्राह्मणाकडे थोडेंसें लक्ष देऊं.

[१] तांड्य किंवा पंचविंश ब्राह्मण.—या ब्राह्मणाकडे थोडेंसेंच लक्ष देऊन चालणार नाहीं. कां कीं, हा सामवेदविषयक मोठा महत्त्वाचा ग्रंथ आहे. यांत संगीतशास्त्राच्या प्राचीन इतिहासावर व अनेक सामाजिक क्रियांवर प्रकाश पाडणारें साहित्य आहे. शिवाय यांत अनेक आख्यायिकाहि आहेत. तेव्हां हें ब्राह्मण निरनिराळ्या दृष्टींनीं पृथक्करण करण्यासाठीं वगळून इतर ब्राह्मणांकडे वळलें पाहिजे.

[२] षड्विंश ब्राह्मण.—हा सामवेदावरील दुसरा ब्राह्मणग्रंथ होय. या ब्राह्मणाचे ५ प्रपाठक किंवा अध्याय आहेत. पहिल्या प्रपाठकांत ७ खंड असून पुढील चार प्रपाठकांत अनुक्रमें १०, १२, ७ व १२ म्हणजे एकंदर ४८ खंड आहेत. या ब्राह्मण ग्रंथांत उद्धृत झालेली विषयवारी येणेंप्रमाणें:—सुब्रह्मण्यविधि, सौम्यचरुविधान, बहिष्पवमान धर्म, प्रकीर्णविषय, होत्रकांचें उपाव्हान, ऋत्विग्विधान, नैमित्तिक होम, अध्वर्युप्रशंसा, देवयजनविज्ञेयकर्म, अवभृथ, अभिचारकप्रयोग, द्वादशाहस्तुति, श्येनादियागविधि व वैश्वदेवसत्र.

(३) सामविधान ब्राह्मण.—सामवेदावरील हा तिसरा ब्राह्मणग्रंथ. या ग्रंथाचे तीन प्रपाठक आहेत. तीन प्रपाठकांत असलेल्या विषयांचा अनुक्रम पुढें दिल्याप्रमाणें आहे. १ अध्ययनविधान, पांचरात्रिकसामविधान, साप्तरात्रिकसामविधान, मासाद्यध्येयसामविधान, सप्तसंहितासामविधान, प्रायश्चित्तविधान, अश्लीलभाषणादिकांचीं प्रायश्चित्तें, उपपातकप्रायश्चित्तें, सुरापानादि महापातकप्रायश्चित्तें, राजप्रतिग्रहादि प्रायश्चित्तें, रसविक्रयादि प्रायश्चित्तें व दुःस्वप्नदर्शनादि प्रायश्चित्तें. २ काम्यप्रयोगविधान, मनुष्यवशीकरणप्रयोग, सौभाग्यसिद्धिप्रयोग, यशःसिद्धिप्रयोग, ब्रह्मवर्चससिद्धिप्रयोग व पुत्रप्राप्त्यादिप्रयोग. ३ धन्यसामप्रयोगविधान, वास्तुशमनप्रयोग, अदृष्टदर्शनादिप्रयोग, राज्याभिषेकादिप्रयोग, संग्रामजयार्थप्रयोग, जातिस्मरप्रयोग, अग्निस्वायत्तीकरणप्रयोग, पिशाचवशीकरणप्रयोग, दिव्यपार्थिवनिधिलाभसाधनप्रयोग, भौतिकलाभसाधनप्रयोग, पुनर्जन्माऽभावार्थ रात्र्युपासना, अभीष्टदेवदर्शनार्थ कुटीप्रवेशादिप्रयोग, अविहितप्रयोग, सामांचा प्रयोग, सूचनोपदेश, विहितप्रयोग, सामांचा आभिप्रायिकत्वोपदेश, सामविधानोपदेशांचें पारंपर्यागतत्व, सामविधानब्राह्मणोपदेशपात्रनिर्देश व सामविधानब्राह्मणोपदेश करणाऱ्या ब्राह्मणाला द्यावयाच्या दक्षिणेचे नियम.

या अनुक्रमावरून सामविधानब्राह्मण म्हणजे श्रौत यज्ञाव्यतिरिक्त असणाऱ्या विधींचीं विधानें दाखविणारें आहे असें आढळून येईल. अग्निहोत्रादि श्रौत कर्मांच्या ऐवजीं सर्वकामप्रद म्हणून कांहीं सामविधानें या ब्राह्मणग्रंथांत

सांगितलीं आहेत. यावरून श्रौतबाह्य अशा याज्ञिकांच्या किंवा उपासकांच्या वर्गांतहि सामविधेचें म्हणजे गानविधेचें अस्तित्व दिसून येतें.

(४) आ र्षे य ब्रा ह्म ण.—सामवेदावरील हा ग्रंथ म्हणजे चौथा ब्राह्मणग्रंथ होय. यज्ञामध्यें जीं सामें म्हटलीं जावयाचीं असतात त्यांचे (द्रष्टे) ऋषी, छंद व देवता ठाऊक नसतील तर दोष घडतो अशा समजुतीनें प्रत्येक सामाचा ऋषि, देवता व छंद हीं या ब्राह्मणग्रंथांत स्पष्ट केलीं आहेत. या ब्राह्मणग्रंथाचें अध्ययन करणाराला गायत्र, गेय, आरण्य व महानाम्नसंज्ञक सामांचीं नांवें यथाक्रम कळून येतात. ऊह व ऊह्य सामगानसंबंधींचें ज्ञानहि अतिदेशविधि वगैरेपासून समजून येतें. शिवाय कोणकोणतीं सामें कोणकोणत्या स्वरांत आरंभ करून गावीं याविषयींहि थोडीशी माहिती या ब्राह्मणग्रंथांत दिली आहे. त्या माहितीशीं आपणांस विशेष प्रयोजन आहे.

(५) दै व त ब्रा ह्म ण.—सामवेदाचें हें पांचवें ब्राह्मण होय. ह्या ब्राह्मणांतील मुख्य विषय, सामांच्या निधनांवरून म्हणजे ध्रुवपदांवरून निरनिराळ्या देवतानुरूप निरनिराळ्या सामांची वर्गवारी करणें हा आहे. ह्या ब्राह्मणाचे एकंदर तीन खंड आहेत. त्यांपैकीं पहिल्या खण्डांत प्रथम अग्नि, इंद्र, प्रजापति, सोम, वरुण, त्वष्टा, आंगिरस, पूषा, सरस्वती व इंद्राग्नी ह्या सामदेवता सांगितल्या असून पुढें त्या प्रत्येक देवतांच्या सामांचीं ध्रुवपदें कशा कशा प्रकारचीं असतात ह्याचें विवेचन आहे. दुसऱ्या खण्डांत निरनिराळ्या सामांचे आधारभूत जे वैदिक गायत्री, उष्णिह्, ककुभ् इत्यादि छंद, त्यांचे शुभ्र, चित्र, असे काल्पनिक वर्ण सांगितले असून त्यांचीं दैवतें कोणतीं याचेंहि विवेचन आलें आहे. तिसऱ्या खण्डांत ह्या वैदिक छंदांच्या काल्पनिक व्युत्पत्ती दिल्या आहेत. हा भाग यास्काचार्यांनीं निरुक्तांत उध्दृत केल्यासारखा दिसतो. ह्या खण्डाच्या शेवटीं गायत्रीमंत्राचें गान सामांत कसें असावें याचें विवेचन आहे.

[६] जै मि नी यो प नि ष द्ब्रा ह्म ण.—ह्या ब्राह्मणास 'तलवकार' उपनिषद्ब्राह्मण असेंहि दुसरें नांव आहे. शौनकादिभ्यश्छंदसि । (४, ३, १०६) ह्या सूत्रामध्यें पाणिनीनें 'तलवकार' याचा उल्लेख केला आहे. ह्याच तलवकार ऋषींच्या नांवावर तलवकार शाखा प्रसिद्ध झाली व ह्या शाखेचेंच पुढें जैमिनीशाखा हें नांव पडलें. परंतु ह्या फेरबदलाचें कारण मात्र ज्ञात होत नाहीं.

अद्वैतसिद्धांतप्रस्थापक आद्य शंकराचार्य यांनीं 'केनोपनिषद्'भाष्याच्या प्रस्तावनेंत असें म्हटलें आहे कीं, "हें परब्रह्मविषयक उपनिषद् नवव्या अध्यायाचा आरंभ असून ह्याच्या पूर्वी ८ अध्यायांमध्यें यज्ञकर्माचें विवेचन केलें आहे. त्याचप्रमाणें प्राणोपासनेचेंहि वर्णन आहे. ह्या उपनिषदानंतर गायत्रसाम व वंशपरंपरा सांगितल्या आहेत."

परंतु सांप्रत उपलब्ध असलेल्या ह्या जैमिनीयोपनिषद्ब्राह्मणाचा अध्यायक्रम उपरिनिर्दिष्ट अध्यायक्रमापेक्षां अगदीं भिन्न आहे. ह्या सांप्रतच्या ब्राह्मणाचे एकंदर ४ अध्याय असून पहिल्या तीन अध्यायांनंतर चौथ्या अध्यायाच्या १८ व्या खण्डांत केनोपनिषदास आरंभ होतो, व २१ व्या खण्डांत तें संपतें. वर सांगितलेल्या वंशपरंपरा ह्या उपनिषदापूर्वींच आल्या आहेत व ह्या अंतर्भूत उपनिषदानंतर ७ खण्ड आहेत. हा फरक होण्याचें कारण उपलब्ध नाहीं.

ह्या उपनिषदास "गायत्रोपनिषद्" असेंहि नांव जै. उ. ब्रा. ४. १७च्या शेवटींच दिलेलें आढळतें. कारण एवढेंच दिसतें कीं, ह्या ब्राह्मणामध्यें सर्वत्र 'गायत्र' सामाचें वर्णन असल्यामुळें गायत्रोपनिषद् हें नांव रूढ झालें असावें. ह्या ब्राह्मणांतील ३. ४० चा आरंभच 'तदेतरमृतं गायत्रम् । एतेन वै प्रजापतिरमृतत्वमगच्छदेतेन देवा एतेनर्षयः ॥१॥' अशा रीतीनें 'गायत्रसाम' रूपी अमृताच्या स्तुतीनें केला आहे.

ह्या ब्राह्मणामध्यें दोन स्थलीं (३. ४०–४२ व ४. १६, १७) दोन वंशपरंपरा आल्या आहेत. त्या पुढें दिल्या आहेत.

जैमिनियोपनिषद् ब्राह्मण (३. ४०–४२)

ब्रह्म	[सत्ययज्ञ पौलुषि]
प्रजापति	सोमशुष्म सात्ययज्ञ
परमेष्ठी	हृत्स्वाशय आल्लकेय महावृष राजा
सविता देव	जनश्रुत कांड्विय
अग्नि	सायक जानश्रुतेय
इंद्र	नगरी जानश्रुतेय
कश्यप	शंग शाट्यायनि आत्रेय
ऋष्यशृंग काश्यप	राम क्रातुजातेय वैयाघ्रपद्य
देवतरस श्यावसायन	शंख बाभ्रव्य
श्रुषवान्हेय	दक्ष कात्यायनि आत्रेय
इंद्रोत दैवाप शौनक	कंस वारकि
दृति ऐंद्रोति शौनक	प्रोष्ठपाद वारक्य
पुलुष प्राचीनयोग्य	कंस वारक्य
सत्ययज्ञ पौलुषि	जयंत वारक्य

[जयंत वारक्य]	[श्यामसुजयंत लौहित्य]
कुबेर वारक्य	कृष्णदत्त लौहित्य
जयंत वारक्य	मित्रभूति लौहित्य
जनश्रुत वारक्य	श्यामजयंत लौहित्य
सुदत्त पाराशर्य	त्रिवेद कृष्णरात लौहित्य
आषाढ उत्तर	यशस्वी जयंत लौहित्य
विपश्चित् शकुनिमित्र	जयक लौहित्य
जयंत पाराशर्य	कृष्णरात लौहित्य
श्यामं जयंत लौहित्य	दक्षजयंत लौहित्य
पल्लिगुप्त लौहित्य	विपश्चित् दृढजयंत लौहित्य
सत्यश्रवा लौहित्य	वैपाश्चित दार्ढजयंति
कृष्णधृति सात्याक	दार्ढजयंति गुप्त
श्यामसुजयंत लौहित्य	

जैमिनीयोपनिषद्ब्राह्मण (४,१६-१७)

इंद्र	दक्ष कात्यायनि आत्रेय
अगस्त्य	कंस वारक्य
इषश्यावाश्वि	सुयज्ञ शांडिल्य
गोषूक्ति	अग्निदत्त शांडिल्य
ज्वालायन	सुयज्ञ शांडिल्य
शाव्यायनी	जयंत वारक्य
राम क्रातुजातेय वैयाघ्र-पद्य	जनश्रुत वारक्य
शंख बाभ्रव्य	सुदत्त पाराशर्य

ह्या ब्राह्मणाचा शेवटचा खण्ड ' सावित्र्युपनिषद् ' या नांवानें १०८ उपनिषदांमध्यें निराळा मानला गेला आहे.

(७) संहितोपनिषद्ब्राह्मण.—सामवेदाच्या इतर ब्राह्मणांप्रमाणें हें ब्राह्मण उत्तरकालीन वैदिक वाङ्मयांत मोडतें. ह्या ब्राह्मणाची भाषापद्धति जरी इतर ब्राह्मणग्रंथांसारखीच आहे तरी जुनीं वैदिक रूपें ह्या ग्रंथांत आढळत नाहींत; व ह्यांतील विषयावरूनहि वरील विधान दृढ होतें. याच्या ३ ऱ्या अध्यायांत "विद्या ह वै ब्राह्मणमाजगाम" ही निरुक्तांतील भाषणरूप आख्यायिका थोड्या फरकानें आढळते. मागाहूनच्या संस्कृत वाङ्मयांत ह्या ग्रंथासंबंधीं फारच थोडे उल्लेख सांपडतात.

सुप्रसिद्ध सायणाचार्यास हें ब्राह्मण माहीत होतें. ह्या ब्राह्मणाच्या पहिल्या अध्यायांत भिन्न पद्धतीनें साम म्हटलें असतां काय परिणाम होतात ह्याचें काल्पनिक वर्णन आहे. २ व ३ ह्या अध्यायांत ' सामें ' व मंत्र यांचा पृथक्त्वानें विचार करण्याच्या कल्पनेचें मूळ स्वरूप दिसतें व ह्याच विषय मागाहूनच्या फुल्लसूत्र, सामतंत्र वगैरे ग्रंथांत जास्त सविस्तर रीतीनें उपपादिला आहे. ह्या विषय स्पष्ट शब्दांनीं या ग्रंथांत आला नाहीं, परंतु एकंदर परिभाषेवरून इतकें स्पष्ट दिसून येतें कीं मूळ वैदिक उदात्त, अनुदात्त व स्वरित या तीन स्वरांचा 'साम'गानांतील उच्च, नीच इत्यादि स्वरांशीं कांहींतरी संबंध आहे ही गोष्ट त्या कालीं ज्ञात झाली असावी. परंतु या ब्राह्मणांत सांगितलेली स्वरपरंपरा मात्र पूर्ण आहे व ह्यावरूनच हें ब्राह्मण प्राचीन नसावें ही गोष्ट दिसून येते. ४ था अध्याय अत्यंत लहान आहे व त्यामध्यें उपाध्यायास विशिष्ट प्रकारची दक्षिणा दिली असतां कोणतीं फलें प्राप्त होतात ह्या नेहमींच्या मुद्द्याचें वर्णन आहे. ह्या सर्व गोष्टींवरून हें ब्राह्मण अगदीं उत्तरकालीन आहे ही गोष्ट स्पष्ट होते.

(८) वंशब्राह्मण.—वंशब्राह्मणांत वंशावळीशिवाय दुसरें कांहीं नाहीं. तिचा उपयोग पुढें सामवेदसंप्रदायाच्या इतिहासांत केलाच आहे.

उपर्युक्त आठ ब्राह्मणांपैकीं आर्षेयब्राह्मणास डॉ. बर्नेल यानें जी प्रस्तावना लिहिली आहे तिजवरून सामसंगीतसंप्रदायवाङ्मयाविषयीं कांहीं माहिती उपलब्ध होत असल्यामुळें तिचा गोषवाराहि पुढें दिला आहे.

आर्षेयब्राह्मण व उत्तरकालीन सामवाङ्मय.—भारतवर्षांत प्राचीन कालीं ज्या वेळीं वेद हे मुखोद्गत करावे लागत असत त्या वेळीं त्यांचें मूलस्वरूप कायम राखण्यास वेदपाठकांस मदत व्हावी म्हणून लहान लहान अनुक्रमणीग्रंथ प्रत्येक वेदाकरितां तयार केले गेले. परंतु चारहि वेदांवरील अनुक्रमणीग्रंथांच्या मूलस्वरूपांतच बरेच भेद दिसून येतात. ह्यांपैकीं आर्षेयब्राह्मण हें सामवेदावरील अनुक्रमणीग्रंथांपैकींच असून त्या मानानें इतर वेदांवरील अनुक्रमणीग्रंथ फार अर्वाचीन कालीं अस्तित्वांत आलेले दिसतात. कारण, इतर कोणत्याच वेदावरील अनुक्रमणीग्रंथास "ब्राह्मण" ग्रंथाचें स्वरूप असलेलें दिसून येत नाहीं.

ह्याखेरीज मागाहून तयार केलेले सामवेदांतील बरेच अनुक्रमणीग्रंथ आहेत. त्यांपैकीं (१) 'नैगेयानामृक्षवार्षम्' आणि ' नैगेयानामृक्ष दैवतम्' हा द्विपरिच्छेदात्मक एक ग्रंथ असून तो नैगेय शाखेस अनुसरून पूर्वार्चिक संहितेचे ऋषी व देवता दर्शवितो. (२) "रावणभैत किंवा चलाक्षर" हा एक ग्रंथ अशाचपैकीं आहे. त्यामध्यें प्रत्येक सामाचें आद्याक्षर असून

त्याचें खंड दाखविणारें एक अक्षर असतें. ह्यामध्यें वर्णक्रमास अनुसरून अक्षरांनीं संख्या दर्शविण्याची पद्धति योजली आहे. त्या अर्थी इ. स. १४०० च्या अलीकडील काळांत हा ग्रंथ झाला असावा. (३) असाच एक काश्यप भट्ट भास्करकृत 'आर्षेयदीपिका' नामक ग्रंथ सांपडला असून तो आर्षेयब्राह्मणावर टीकारूप आहे. तो सायणभाष्यापेक्षां जास्त पद्धतशीर आहे. ह्या ग्रंथाचा कर्ता काश्यप भट्ट भास्कर हा कोण होता, केव्हां झाला इत्यादि माहिती ग्रंथावरून मिळणें अशक्य आहे; परंतु नांवावरून तो कृष्णयजुर्वेदावरील प्राचीन टीकाकार कौशिक भट्ट भास्कर मिश्र याजहून निराळा असावा हें उघड दिसतें.

सामसंहितेच्या पदांविषयीं विवेचन करणारे ग्रंथ पुढीलप्रमाणें आहेत.

(अ) पदपाठ.—पूर्व व उत्तर आर्चिकांस हे पदपाठ आहेत; इतकेंच नव्हे तर स्तोमाकरितां देखील असाच एक पदपाठ रचण्यांत आला आहे. आर्चिक पदपाठाची रचना गार्ग्य नामक ऋषीनें केली असल्याबद्दल दंतकथा आहेत. प्रस्तुत ग्रंथकर्त्याचा उद्देश एकंदर सामगायनाची ऋचांशीं जुळणी कशी करतां येईल ह्याचें विवेचन करण्याचा असून पुढील टीकाग्रंथांमध्यें हा पहिलाच मार्गदर्शक ग्रंथ आहे.

(आ) ऋक्तंत्र.—हा एक शिक्षाग्रंथ असून याचे पांच प्रपाठक आहेत. ह्यामध्यें एका आधुनिक टीकाकाराचा—बहुतेक सायणाचा—उल्लेख आला असल्यामुळें हा ग्रंथ बराच अर्वाचीन असावा.

(इ) अवग्रहशक.—या नांवाचा एक सामवेदावरील ग्रंथ आहे. तसाच एक अनवग्रह नांवाचा ग्रंथ आहे पण त्यांबद्दल विशेष माहिती उपलब्ध नाहीं.

(ई) शिक्षा.—या नांवानें प्रसिद्ध असलेले कांहीं ग्रंथ विवेचनात्मक आहेत. त्यांतील मुख्य म्हणजे 'नारदशिक्षा' असून दुसरे लोमशनयशिक्षा, गौतमीशिक्षा, मांडुकीशिक्षा हे सर्व सामवेदसंबंधीं आहेत. ह्या ग्रंथांचा काल अनिश्चितच आहे; परंतु पाणिनीपूर्वीच्या व्याकरणपरंपरेमध्यें हे ग्रंथ तयार झाल्यासारखे दिसतात. परंतु त्यांचीं सांप्रतचीं स्वरूपें मात्र अलीकडचीं दिसून येतात.

(उ) स्वरमात्रालक्षण.—यालाच 'स्तोभानुसंहार' हें नांव आहे.

(ऊ) निदानसूत्र.—हा ग्रंथ सामवेदांतील छंदांचें विवरण करणारा अति प्राचीन ग्रंथ होय. ह्याचे एकंदर दहा प्रपाठक आहेत.

(ऋ) नैगेय सूत्र.—नैगेयसूत्र हा सामवेदावरील छंदविवेचक ग्रंथ असून सामवेदासंबंधीं वाङ्मयांत वारंवार उल्लेखिलेला गोभिलाचार्य हा ह्याचा कर्ता होय.

(ॠ) सामगानां छंद.—हा ग्रंथ गार्ग्य यानें रचिलेला असून परिशिष्टांपैकीं एक आहे.

सामगायकांनां नेहमीं उपयोगीं पडणारे पुष्कळ ग्रंथ आहेत. त्यांमध्यें महत्त्वाचे ग्रंथ पुढीलप्रमाणें आहेत.

(अ) पुष्प अगर फुल्लसूत्र.—हीं दोन निरनिराळीं नांवें उत्तर व दक्षिण हिंदुस्थानांत सांपडलेल्या हस्तलिखित प्रतींतील भेद दाखविणारीं आहेत व अजातशत्रुकृत विवरणामध्यें देखील अशा प्रकारचे भेद आढळून येतात. हा ग्रंथ गोभिलानें केला असें म्हणतात. परंतु दक्षिणेकडील प्रतींत वररुचि हा ग्रंथकर्ता असल्याबद्दलचा स्पष्ट उल्लेख आहे. ऊहगान हें फार मागाहूनचें आहे; व त्याचा ज्या अर्थी ह्या सूत्रांत उल्लेख आला आहे त्या अर्थी हा ग्रंथ अलीकडचाच असावा. उपाध्याय अजातशत्रु यानें या ग्रंथावर टीका लिहिली आहे. हा ग्रंथ अजून चांगलासा लागत नाहीं.

(आ) सामतंत्र.—वरील फुल्लसूत्रांतील उणीवा सामतंत्र या ग्रंथानें भरून काढल्या आहेत. ह्यामध्यें सामगानाचेंच प्रामुख्यानें वर्णन असून ग्रंथविवेचन सांगोपांग आहे. ह्या ग्रंथाचे तेरा प्रपाठक माहीत आहेत. परंतु एका प्रतींत 'संज्ञाप्रकरण' या नांवाचे दोन प्रपाठक जास्त आढळतात; व दुसऱ्या एका गुजराथी प्रतींत 'पर्वप्रकरण' म्हणून आणखी दोन भाग अधिक आहेत. एकंदर ग्रंथ अत्यंत दुर्बोध असून त्यांत पारिभाषिक संक्षेपांची रेलचेल आहे. या ग्रंथावर दोन टीका आहेत. त्यांपैकीं एक बरीच प्राचीन असून ती सायणानें किंवा स्कंद नामक टीकाकारानें रचली असल्याबद्दल आख्यायिका आहे. दयाशंकर नामक विद्वानानें रचलेली दुसरी अर्वाचीन टीका आहे.

(इ) पंचविधसूत्र.— ह्या ग्रंथाचे दोन प्रपाठक असून त्याच्या कर्तृत्वाचा मान कात्यायनास दिला जातो. ह्या व पुढील तीन ग्रंथांचा मुख्य विषय सामाचे भाग पाडण्याची पद्धति हाच आहे. वस्तुतः सामगायनाच्या एक किंवा त्यापेक्षां जास्त ठरीव पद्धती असतात, व त्यामुळें सर्वांनीं मिळून एका आवाजांत सामगानें म्हणणें युक्त आहे. परंतु यज्ञांत सामवेदी हे फक्त सामाचा निधन म्हणजे शेवटचा भाग अथवा पालुपद तेवढेंच इतरांस बरोबर घेऊन म्हणतात; व बाकीच्या सामांचे विभाग करतात. ह्या विभागांपैकीं पहिला प्रस्ताव हा प्रस्तोत्यानें म्हणावयाचा असून त्याच्या पूर्वी हुंकार असतो. ह्यानंतर ॐकारानें आरंभ केलेला उद्गीथ नामक विभाग उद्गात्याकडे असतो. नंतर हुंकारयुक्त प्रतिहार नामक विभाग म्हणण्याचें काम प्रतिहर्त्याकडे असतें. कधीं कधीं ह्या शेवटच्या विभागाचे दोन तुकडे करण्यांत येतात, आणि उद्गात्यांनीं गावयाचा उपद्रव हा विभाग शेवटच्या कांहीं वर्णांनीं बनविण्यांत येतो. 'निधन' हा विभाग सर्वांच्या शेवटीं असून तो पालुपदासारखा सर्व उपाध्याय वर्गानें म्हणावयाचा असतो.

(ई) प्रस्तावसूत्र.— हा ग्रंथ वरच्याप्रमाणेंच असून अतिशय लहान आहे.

(उ) प्रतिहारसूत्र.— ह्याचे पंधरा लहान विभाग आहेत. एकंदर ग्रंथावर वरदराजाची टीका असून त्यानें हा ग्रंथ कात्यायनप्रणीत असल्याचें सांगितलें आहे.

(ऊ) निधनसूत्र.—ह्या ग्रंथावरहि वरदराजाचीच टीका आहे.

कोणत्या स्वरांकरितां कोणत्या खुणा उपयोगांत आणावयाच्या याजबद्दल पुढील ग्रंथ उपलब्ध आहेत.

(अ) स्वरपरिभाषा.—या ग्रंथाच्या मूळच्या दक्षिणेकडील हस्तलिखितांत सामांची जी एक स्वरलेखनपद्धति आहे तींत सामाच्या चरणांतील पहिल्या अक्षरानंतर व क्वचित् मध्यंतरीं एखादें स्वरयुक्त व्यंजन घालतात व हें स्वरयुक्त व्यंजन एखादा स्वर अगर स्वरसमुच्चय दाखवितें. या पद्धतीप्रमाणें पहिल्या सामाचा आरंभ असा आहे.

ओ त ग्ना इ । आ चो य ह्यीणवी इतो या ई ।

ह्या ठिकाणीं **त** = ४; **चो** = २, ३, १ आणि **ण** = १,२ आणि ग्रेङ्ख ह्याप्रमाणें स्वर असतात. म्हणजे **क** = १; व **के** = ७ किंवा त्या पेक्षां जास्त स्वर दर्शविले जातात.

प्राचीन ग्रीक संगीतांत अशाच पद्धतीनें स्वरलेखन करीत असत. ह्या पद्धतींत अशा तऱ्हेच्या ३०० वर पारिभाषिक संज्ञा असल्यामुळें ही पद्धति फारच अवघड झाली आहे.

उत्तरेकडील हस्तलिखितांत संख्येनें स्वरलेखन करण्याची अगदीं अर्वाचीन पद्धति योजलेली दिसते. ही हस्तलिखितें जितकीं जितकीं अर्वाचीन कालचीं सांपडतात तितकीं तितकीं त्यांची स्वरलेखनपद्धति अधिक पूर्ण दिसते.

ज्या वेळीं सामवेदी सामें गातात त्या वेळीं त्यांतील प्रत्येक स्वर आपल्या हाताच्या बोटांच्या निरनिराळ्या हालचालींच्या योगानें दर्शित करण्याची त्यांची पद्धति आहे.

(आ) धारणलक्षण.—हा ग्रंथ अगदीं अलीकडील काळांत शिक्षाग्रंथांच्या आधारें एका सभापति नामक दक्षिणेंतील ब्राह्मण पंडितानें रचला आहे. सामवेदी मंत्र गात असतांना उदात्त, अनुदात्त, स्वरित आणि प्रचय हे स्वर हाताचा आंगठा आणि शेजारचीं तीन बोटें ह्यांच्या चाळवण्यानें दाखवितात. अशा प्रकारच्या बोटांच्या हालचाली स्मरणशक्तीस फारच मदत करतात हें अलीकडे मानसशास्त्रदृष्ट्या सिद्ध झालें आहे. यावरून सामगानाची परंपरा अखंड जशीची तशीच राहण्याचें कारण काय असलें पाहिजे हें ह्यायोगानें ध्यानांत येतें. यज्ञप्रसंगीं स्तोमाचें गुंतागुंतीचें पठन नियमबद्ध करण्याकरितां सामवेदी एक पुढील चमत्कारिक पद्धति योजतात. उदाहरणार्थ पंचदश स्तोमाकरितां ते औदुंबराच्या वीतभर लांबीच्या कुश संज्ञक पंधरा समिधा घेतात व त्यांच्या पांचपांचाची एकएक अशा तऱ्हेनें एकाखालीं एक अशा तीन पंक्ती किंवा पर्याय करतात. प्रत्येक ओळीची रचना निरनिराळ्या प्रकारची असून तिची मांडणी कांहीं विशिष्ट पद्धतीनें केलेली असते. अशाच कांहीं तरी युक्तीशिवाय स्तोमांचे गुंतागुंतीचे भाग योग्य स्वरांत गाणें अवघड आहे.

सामवेदभाष्याच्या प्रस्तावनेंत सायणाचार्यांनें वरील सर्व माहिती योडक्यांत मुद्देसूद व मनोरंजक करून मांडली आहे.

सामवेदावर दोन भाष्यकर्ते होऊन गेले. त्यांपैकीं सामवेदविवरणकर्ता भरतस्वामी हा शांकर संप्रदायांतील असून म्हैसूर श्रीरंगपट्टण येथें इसवी सनाच्या १३ व्या शतकाच्या अखेरीस होऊन गेला. सायणाचार्य ह्याच्या मागून अर्ध्या शतकानंतर (इ. स. १२९५ (?)–१३८६) झाले.

शोभाकरभट्ट नामक विद्वानानें ' सामवेदारण्यकविवरण ' नामक एक आरण्यकावर टीका लिहिली. ह्या भाष्यग्रंथाचें एकंदर स्वरूप पाहतां असें दिसून येतें कीं त्यापासून सामवेदावरील महत्वाच्या मुद्यांवर चांगला प्रकाश पडण्याच्या ऐवजीं जास्त घोटाळा मात्र होतो.

ह्याप्रमाणें विचार करतां सामवेदसंबंधीं वाङ्मयाचा कालानुक्रम पुढीलप्रमाणें ठरतो.

(अ) यजुर्वेदाप्रमाणें यज्ञक्रमानुसार अस्तित्वांत असलेल्या परंतु अनुपलब्ध अंशा सामवेदसंहितेचा मूलरचनाकाल.

(आ) गानांतील भेदाप्रमाणें सामवेदाचा वर्गीकरणकाल. ह्या कालांतीलच आरण्यगान आहे .

(इ) कृत्रिम एकत्रीकरणाचा काल इ. स. पूर्वी २०० वर्षे.—(१) पूर्व आर्चिक संहिता. (२) सांप्रतच्या स्वरूपांतील ग्रामगेयगान. (३) आर्षेय ब्राह्मण. ह्या ठिकाणीं संहितेंतील पाठभेदाचा इतिहास संपतो.

(ई) पृथक्करण व शास्त्रीय वाङ्मयरचनेचा काल— (१) पदपाठ. (२) उत्तरार्चिक संहिता, आरण्यक संहिता, स्तोमांचें संग्रथन. (३) शास्त्रीय पारिभाषिक वाङ्मय.

(उ) धार्मिक वाङ्मयरचनेचा काल.

भाष्यग्रंथरचना. इ. स. १३०० पासून नंतर.

वरील विवेचनावरून असें दिसून येईल कीं आर्षेयब्राह्मण हा सामवेदविषयक अत्यंत प्राचीन पुरावा आहे. कारण ह्या ब्राह्मणाच्या अभावीं सांप्रत उपलब्ध असलेली सामवेदसंहिता ही अगदीं अर्वाचीन दिसते. परंतु आर्षेय ब्राह्मणाच्या अंतर्गत पुराव्यावरून सामवेदसंबंधीं बरींच महत्वाचीं अनुमानें काढतां येणार आहेत.

ह्यांपैकीं पहिलें महत्वाचें अनुमान असें कीं, सामवेद वाङ्मयांतील खरोखरी महत्वाचे भाग ग्रामगेय, आरण्यगान आणि ब्राह्मणें हे होत. मागाहूनचें पारिभाषिक वाङ्मय तयार झाल्यामुळेंच सामवेद हा प्राचीन स्वरूपांत आज उपलब्ध आहे. या दृष्टीशिवाय इतर कोणत्याहि दृष्टीनें ह्या अर्वाचीन वाङ्मयास महत्व नाहीं. कारण सूत्रबद्धता, कृत्रिमपणा इत्यादीमुळें ह्या वाङ्मयाचें सामवेदाभोंवतीं कांटेरी कुंपण झालें आहे.

आर्षेय ब्राह्मणावरून दुसरें एक असें अनुमान काढतां येतें कीं सामवेदसंहितेचें अनेक वेळ नवीन संस्करण केलें गेलें आहे. आर्षेय ब्राह्मणाच्या ग्रामगेयगानसंबंधीं विवेचन असलेल्या पूर्वार्धाच्या निरीक्षणावरून असें दिसून येतें कीं, त्यांतील सामें हीं मंत्रानुरोधानें एकत्रित केलीं आहेत व याच पद्धतीनें पूर्वार्चिक हा भाग या ब्राह्मणाच्या रचनेच्या कालीं तयार झालेला होता. परंतु आरण्यगानसंबंधीं विवेचन असलेल्या आर्षेय ब्राह्मणाच्या उत्तरार्धाची एकत्रीकरणपद्धति ग्रामगेयगानाप्रमाणें नसून फक्त सामांचीं नांवें एके ठिकाणीं जुळविलीं आहेत व हीच दुसरी पद्धति प्राचीन असावी. हीच गोष्ट यजुर्वेदाच्या संस्करणपद्धतीवरून अनुमित होते; कारण ग्रामगेयगान हें निरनिराळ्या यज्ञप्रसंगीं म्हणावयाच्या सामांचें बनलें असल्यामुळें त्या भागाचें सामगायक उपाध्यायवर्गाकडूनच संस्करण झालें असलें पाहिजे; परंतु आरण्यगान हें केवळ खाजगी उपयोगाकरितां उपयुक्त असल्यामुळें तें मात्र मूळच्या स्थितींत दृष्टीस पडतें. कारण प्रो. कुनेन् इत्यादिकांच्या संशोधनावरून असें निष्पन्न झालें आहे कीं, कोणत्याहि प्राथमिक अवस्थेंतल्या धार्मिक वाङ्मयांतील वारंवार संस्करण होणारे भाग, बहुतेक गृह्यविधी व आचार यांसंबंधीं असणारे नियम हे होत.

सामवेदाची परंपरा.— संगीतशास्त्राच्या प्राचीन वाङ्मयाचें म्हणजे सामवेदविषयक वाङ्मयाचें वर्णन झालें. आतां ज्या माणसांनीं या शास्त्राचें संवर्धन केलें त्यांकडे वळूं. आपणांस सामवेदाच्या परंपरेचें ज्ञान देणाऱ्या दोन प्रकारच्या याद्या प्राचीन ग्रंथांतून आढळतात. विद्येस गौरव देण्यासाठीं आणि तिचा प्रचार पृथ्वीवर कसा झाला हें सांगण्यासाठीं प्रत्येक शास्त्राच्या इतिहासाचा विशिष्ट देवतेपासून उगम सांगणाऱ्या याद्या आपणांस प्रत्येक शास्त्राच्या ग्रंथांतून आढळतात.त्याप्रमाणेंच सामवेदाचीहि गोष्ट आहे. या प्रकारची जी एक परंपरा 'सामविधान' ब्राह्मणाच्या शेवटीं दिली आहे ती अशी-- १ प्रजापति, २ बृहस्पति, ३ नारद, ४ विष्वक्सेन, ५ व्यास, ६ पाराशर्य, ७ जैमिनीपौष्पिंड्य, ८ पाराशर्यायण व ९ बादरायण.

या प्रकारच्या यादींत इतिहास शोधावयास जाणें साहसाचें होईल. तथापि तेवढ्यावरून आपणांस इतिहासाविषयीं निराश होण्याचें कारण नाहीं. पुष्कळ सामांचे प्रवर्तक आपणांस मंत्र, ब्राह्मणें व सूत्रें यांमध्यें उल्लेखिलेले दिसतात. त्या उल्लेखांवरून शास्त्रज्ञांचें पौर्वापर्य आज कदाचित् लावतां येणार नाहीं; तथापि शास्त्रप्रवर्तकांचा वर्ग किती मोठा होता व कोणत्या कालापासून कोणत्या कालापर्यंत पसरला होता या प्रश्नावर त्यामुळें थोडासा प्रकाश पडेल.

ऋग्मंत्रकालीन सामविज्ञान.— इतर वेदांचें संहितीकरण ज्या काळांत झालें त्याच काळांत सामवेदाचेंहि झालें असावें. सामें उत्पन्न होणें व हौत्रवाङ्मय जमा होत जाणें या क्रिया बरोबरच चालू असाव्यात. कां कीं,संहितीकरण व वर्गीकरण या क्रिया झाल्या असल्याची सूचना प्रथम पुरुषसूक्तावरून व्यक्त होते. या सूक्तांत ऋचांचा व सामांचा सहोक्तीनें उल्लेख केला असून ती गोष्ट त्यांची बरोबर वाढ होत होती हें दाखविते. सहाव्या मंडळाखेरीज बहुतेक सर्व मंडळांतून सामांच्या म्हणजे उद्गात्याच्या विद्येचा उल्लेख दिसतो. सामांचें महत्त्व हौत्रांतील म्हणजे ऋग्वेदांतील ऋचांतून स्पष्ट दिसत आहे. म्हणजे, ज्या वेळेस अनेक मंत्र तयार होत होते त्या वेळेस त्यांबरोबरच गायनकलेचाहि विकास होत होता—मग औद्गात्र हा स्वतंत्र ऋत्विजाचा विषय म्हणून प्रस्थापित झाला असो अगर नसो (तो तसा झाला नसावा असें वाटतें). कदाचित् ऋत्विजांमध्यें वर्गीकरण होण्यापूर्वी व होता हाच शब्द सर्व प्रकारच्या ऋत्विजांनां लागत असतांना सामगायन होतृक्रियेमध्यें देखील मोडत असेल. तथापि विद्येचें पृथक्त्व प्रस्थापित झालें होतें हें खास. हें खालील उताऱ्यांवरून कळून येईल.

“ हे ऋत्विजहो, अतिबलवान् अशा इंद्रासाठीं तुम्ही विस्तृत व (आंगूष्यं) घोषयुक्त असें एक साम (स्तोत्र) तयार करा (१. ६२, २) असें (नोधा) ऋषि म्हणत असून, इंद्राविषयीं आपल्या ठिकाणीं असलेल्या पूज्य बुद्धीचें कारण आपले (पूर्वपितर) मूळपुरुष जे आंगिरस त्यांच्या गाई इंद्रानें सोडविल्या असें त्यानें व्यक्त केलें आहे.

गायत्रानें (गायत्र छंदानें) प्रत्येक अर्क (अर्चनसाधनीय मंत्र) तोडला [मापला] जातो. अर्कानें साम विभागिलें जातें ‘ अर्केण साम प्रतिमिमीते ’ [१. १६४, २४].

हे इंद्रा ‘ नभन्य ’ [नभोमंडळांत घुमून राहणारें] साम ज्या प्रकारें तुला पसंत [वेत्सि] होईल त्याप्रमाणें [उद्गाता] गातो ‘ नभन्यं साम गायत् ’ [१. १७३, १].

यज्ञसंबंधीं सामगायनामध्यें देव गढून जातात. ‘ऋतस्य सामन्रणयंत देवाः’ [१. १४७, १].

अंगिरसांच्या सामांनीं स्तविलेले देव ‘अंगिरसां सामभिः [प्रगीतैर्मंत्रैः-सायण] स्तूयमाना देवाः ’ [१. १०७, २].

[कपिंजल] सामगायकांप्रमाणें दोन्ही वाणी—गायत्र व त्रैष्टुभ् गातो ‘ उभे वाचौ वदति सामगा इव गायत्रंच त्रैष्टुभं अनुराजति ’ [२. ४३, १].

हे शकुने उद्गात्याप्रमाणें तूं साम गातोस ‘उद्गातेव शकुने साम गायसि ब्रह्मपुत्र इव सवनेषु शंससि ’ [२. ४३, २].

हे बृहस्पते, जे सामापलीकडे कांहीं (रक्षणसाधन) जाणत नाहींत ‘ये न परःसाम्नो विदुः’(२. २३, १६).

हे ब्रम्हणस्पते, त्वष्टा सर्व सामांचा कवि (उच्चारणारा व रचणारा) अशा तुला प्रसवला ‘ त्वष्टा साम्नः साम्नः कविः अजनत् ’ (२. २३, १७).

आम्हांला पूज्य व अभिमत असलेलें साम जाणून (अग्नि) बोलो. ‘महत् साम विद्वान् प्रेद् वोचत्’ (४. ५, ३);

जो ऋचांची इच्छा करतो व जो जागृत असतां सामें गायलीं जातात तो कोण ? (५.४४, १४) 'अग्निः(सामानि यंति' (४.४४, १५).

हे मरुत् हो, सामांचें विविध प्रकारें ग्रथन करणाराचें रक्षण करा [सामविप्रं ऋषिं अवथ] (५.५४, १४).

हे प्रतृद (तृत्सु) हो, तुमचा वसिष्ठ येत आहे–'प्रतृद वः वसिष्ठःआगच्छति.'त्याचें सुप्रसन्नतेनें स्वागत करा–,एनं सुमनस्यमानाः उपाध्वं.' तो शस्त्र पठन करणाऱ्याला, सामगान करणाऱ्याला आणि (सोम कुटण्याकरितां) ग्राव्यांनां धारण करतो–'उक्थभृतं सामभृतं ग्रावाणं बिभ्रति' (७.३३, १४).

पूजन करणारे कोणी महान् साम पठन करतात 'एके अर्चंतःमहि साम मन्वत' (८.२९, १०),

(इंद्र) गायिलेलें साम ऐको व गाऊं लागो–'गीयमानं साम श्रवत् (च) उपगासिषत्' (८.८१, ५).

सामांनीं जसा घर्म तापवितात त्याप्रमाणें इंद्रासाठीं वृहत्साम गायन करा 'सामन् घर्मं तपत गिर्वणसे वृहत्–गायत' (८.८९, ७).

शुद्ध अशा सामानें शुद्ध अशा इंद्राला (आम्ही) स्तवितों 'शुद्धेन साम्ना शुद्धमिद्रं स्तवाम' (८.९५, ७).

मोठ्या इंद्रासाठीं वृहत् सामाचें गायन करा. 'वृहते इंद्राय वृहत् साम गायत.' (८.९८, १).

सामगानकुशल ज्ञाता साम (सामगान) करीत येतो–'विपश्चित् सामन्यः सामकृण्वन् एति' (९.९६, २२).

हे सोम, लांवून ऐकूं येणाऱ्या सामध्वनीप्रमाणें तुझा सामध्वनि ऐकूं येत आहे. 'परावतो न सामतत्' (९. १११, २).

स्तुतिमान् वृहस्पति सामगानानें पूजित होवो–'ऋक्कः वृहस्पतिः सामभिः अर्चतु' [१०.३६, ५].

सामगान चालू असतां आसादन करण्यास योग्य असें अन्न तयार करूं–'सामन्तु राये निधिमन्वन्नं करामहे' [१०.५९, २]

निरनिराळ्या सामांनीं युक्त अशा अंगिरसाप्रमाणें—'विश्वरूपाःसामाभिः [युक्ताः] अंगिरसो न' [१०.७८.५].

[हे सूर्यादेवि] तुझ्या रथाच्या घोड्यांनां वांधलेल्या दोऱ्या ऋक्सामरूपी होत—'ते गावौ ऋक्सामाभ्यां अभिहितौ' [१०.८५, ११].

त्या यज्ञापासून ऋक् आणि साम उत्पन्न करिते झाले 'तस्मात् यज्ञात् ऋचःसामानि जज्ञिरे' [१०.९०, ८.].

याचें [इंद्राचें] साम दुष्प्राप्य आहे.—'यस्य साम चित् दुष्टरं' [१०.९३, २].

तो [इंद्र] आयुधासह सामाकडे येतो—'स हि विद्युता साम वेति' [१०.९९, २].

तोच यज्ञनेता, तोच सामगान करणारा आणि तोच शस्त्र पठन करणारा 'तमेव यज्ञन्यं सामगाम् उक्थशासं' [१०. १०७, ६].

तो यज्ञरूपी पट विणण्यासाठीं सामरूपी आडवे दोरे करिता झाला––'पुमान् ओतवे तसराणि सामानि चक्रुः' [१०. १३०, २].

मंत्रोत्तर सामविज्ञान.—कोणतेंहि शास्त्र विकसित स्वरूपांत एकदम येत नाहीं. तें क्रमाक्रमानेंच वाढत जातें. सामवेद हा ग्रंथ तयार होण्यापूर्वीं सामें होतीं ही गोष्ट ऋग्मंत्रांत आलेले उल्लेख दिले आहेत त्यांवरून स्पष्ट होईल. तथापि, गाण्याचें शास्त्र होण्याची क्रिया देखील एकदम झाली नाहीं. जेव्हां एक चाल दुसऱ्या चालींपासून निराळी दिसूं लागते, एक स्वर दुसऱ्या स्वरांपासून भिन्न भासूं लागतो तेव्हां तिचें नामकरण करण्याचा प्रसंग येतो. हा प्रसंग यजुःसंहिता तयार होण्यापूर्वींच येऊन गेला होता, हें यजुर्वेदांतील सामांच्या नांवांच्या उल्लेखांवरून स्पष्ट होतें. यजुर्वेदाचा आणि ब्राह्मणांचा काल जवळजवळचाच. तेव्हां कृष्ण यजुर्वेद व ब्राह्मणें यांतील सामनामें येथें देतों.

य जु र्वे दां त आ ले लीं सा म ना में.—रथंतर, वृहत्, वैरूप, वैराज, वैखानस, गायत्र, गौरिवीत, अभिवर्त, क्रोश, सत्यस्यधिं, प्रजापतेर्हृदय, श्लोक, अनुश्लोक, भद्र, राजन्, अर्क्य, इलांद, शाक्कर व रैवत.

ऐ त रे य ब्रा ह्म णां त आ ले लीं सा म ना में.—वृहत्, रथंतर, वैरूप, वैराज, शाक्कर, रैवत, गायत्र, श्यैत, नौधस, रौरव, यौधाजय, अग्निष्टोमसाम, भास व विकर्ण.

ब्राह्मणांतील इतिहासाची व इतर उल्लेखरूपी साहित्याची किंमत.—ऋग्वेदामध्यें रथंतर हें साम वासिष्ठानें प्रचारांत आणलें व वृहत्साम हें भरद्वाजानें तयार केलें (आचक्रे), असे उल्लेख आले आहेत. ब्राह्मणांमध्यें जो इतिहास दिला असेल तो देखील अविश्वसनीय होय. कारण, कोणत्या तरी क्रियेच्या समर्थनासाठीं इतिहास म्हणून वाटेल ती वात ठोकून द्यावयाची ही पद्धति ब्राह्मणांमधील अर्थवादांत दिसून येते. तथापि तें उल्लेखरूपी साहित्य देखील उपेक्षा करण्याजोगें नाहीं. कां कीं, त्यांत बरींचशीं सामांचीं नांवें सांपडतात; आणि ज्यांचा " इतिहास " देण्याची अर्थवादांनीं खटपट केली त्यांचें अस्तित्व बरेंच जुनें असल्याखेरीज त्यांविषयीं मारलेली थाप पचली गेली नसती असेंहि त्यावरून अनुमान काढतां येतें. आपणांस सामवेदावरील ब्राह्मण ग्रंथांत हें शास्त्र परंपरागत कसें चालत आलें व मधून मधून कांहीं ऋषींनीं भिन्न पद्धति अंगीकारून भिन्न शाखा कशा स्थापन केल्या यावद्दलच्या याद्या आढळतात. बहुतेक परंपरा ब्रह्मदेवापर्यंत नेऊन भिडविलेल्या दिसतात. निरनिराळ्या ब्राह्मणांतील परंपरा व भिन्नभिन्न शाखांच्या याद्या अनेक अंशीं एकमेकांशीं जुळतात पण मधून मधून कांहीं व्यक्ती भिन्न दिसतात.

सामप्रवर्तक ऋषी व त्यांच्या सामपद्धतींतील शाखांतरें.—आतां प्रत्यक्ष सामप्रवर्तक ऋषी कोणकोणते होऊन गेले व त्यांच्या सामपद्धतींत शाखांतरें काय झालीं याविषयीं जमलेली माहिती येथें देतों.

वंशब्राह्मणांतील सामविद्येसंबंधीं शिष्यपरंपरा.

ब्रह्मास्वयंभू.
|
प्रजापति.
|
मृत्यु.
|
वायु.
|
इन्द्र.
|
अग्नि.
|
कश्यप.
|
काश्यप (ऋष्यश्रृंग)
|
विभण्डक काश्यप
|
मित्रभू काश्यप.
|
इन्द्रभू काश्यप.
|
अग्निभू काश्यप.
|
शवस् (देवतरस. पिता).
|
देवतरस शावसायन
(प्रतिथि पिता).
|
प्रतिथि देवतरस.
|
निकोथक भायजात्य.
|
वृषशुष्ण वातावत.
|
इन्द्रोत शौनक (दृति- पिता.

[इन्द्रोत शौनक (दृति- पिता.)]
|
दृति ऐन्द्रोतशौनक (अराल पिता).
|
अराल दार्त्तेय शौनक.
|
शुष वाह्नेय भारद्वाज.
|
सुमन्त बाभ्रव गौतम.
|
आरैहण्य राजन्य वासिष्ठ.
|
चैकितानेय वासिष्ठ
|
स्थिरक गार्ग्य. (मशक- पिता).
|
मशक गार्ग्य अतिधन्वन्
| शौनक.
|
उदरशाण्डिल्य (गर्दभीमुखपिता.)
|
गर्दभीमुख शाण्डिल्य
|
विचक्षणे ताण्ड्य
|
शाकदास भाडितायन
|
संवर्गजित् लामकायन
|
गातागौतम (रधिपता)
|
राध गौतम.)

राधगौतम या ऋषीपासून पुढें दोन निरनिराळ्या शिष्य-परंपरा निघतात. यांपैकीं पहिल्या परंपरेंतील अंशुधानंजय यानें आपली विद्या राधगौतम व अमावास्यशाण्डिल्यायन या दोन ऋषींपासून संपादन केली होती. मात्र ह्या आमावास्य शांडिल्यायन कोण होता व त्यानें आपली विद्या कोणापासून संपादन केली होती याबद्दल माहिती या ब्राह्मणांत आढळत नाहीं. दुसरी शिष्यशाखा राधगौतम याचा शिष्य गौभिल याजपासून सुरु होते व तींत पहिले आठ पुरुष गौभिल गोत्रींच दिसतात.

पहिली शिष्यशाखा.

राध गौतम. अमावास्य शाण्डिल्यायन.
|
अंशु धानंजय
|
सुतेमनाः शाण्डिल्यायन
|
सुनीथ कापटव
|
मित्रविद कौहल
|
केतु वाज्य
|
प्रातरन्हकौ हल
|
सुश्रवा वार्षगण्य
|
साति रौष्ट्राक्षि
|
मद्रगार शौंगायनि
|
शाम्ब शार्कराक्ष्य कांबोज औपमन्यव
|
आनंदज आन्धनायन
|
भानुमान् औपमन्यव
|
सुशारद शालंकायन
|
श्रवणदत्त कौहल
|
कुस्तुक शार्कराक्ष्य
|
भवत्रात शायस्थि
|
बृहस्पति गुप्त शायस्थि
|
सुप्रतीत औलुण्ड्य
|
मित्रवर्चा स्थैरकायन
|
ब्रह्मवृद्धि छंदोगमाहकि
|
गिरिशर्मा काण्ठे विद्धि
|
निगड पार्णवल्कि
|
त्रात ऐषुमत्
|
रुद्रभूति द्राह्यायण
|
शर्वदत्त गार्ग्य

दुसरी शिष्यशाखा.

राध गौतम
|
गोभिल
|
बृहद्वसु गोभिल
|
गौल्गुलवीपुत्र गोभिल
|
वत्समित्र गोभिल
|
मूलमित्र गोभिल
|
वरुणमित्र गोभिल
|
अश्वमित्र गोभिल
|
पूषमित्र गोभिल — अर्यम राधगौतम
|
संकर गौतम
|
पूष्ययशा औदव्राज
|
भद्रशर्मा कौशिक
|
अर्यमभूति कालबव
|
नयन्

कात्यायन श्रौतसूत्रांत उल्लेखिलेले सामवप्रर्तक ऋषी.

कौत्स	राणायनीपुत्र
क्षैर कलंभि	लामकायन
गार्ग्य	वैयाघ्रपाद
गौतम	शांडिल्य
धानंजय	शांडिल्यायन
भांडितायन	शौचिवृक्षि
मशक	स्थविरगौतम

लाट्यायन श्रौतसूत्रांत उल्लेखिलेलीं शाखांतरें.

अह्नरावर्तकारी	वाजसनेयकम्
कुत्साः	शाट्यायनकम्
पुराणतांड	शाट्यायनी
मासावर्तकारी	शालंकायनी
रौरुकी	सांवर्ग्यजित गौतम
लामकायन	

द्राह्यायण श्रौतसूत्रांत उल्लेखिलेले सामप्रवर्तक ऋषी.

कौत्स	वार्षगण्य
क्षैरकलंभि	वैयाघ्रपद्य
गौतम	शाण्डिल्य
धानंजय	शाण्डिल्यायनि
राणायनीपुत्र	शौचिवृक्षि
लामकायन	स्थविरगौतम

द्राह्यायण श्रौत्रसूत्रांत उल्लेखिलेलीं शाखांतरें.

उपसर्गिणः	रौरिकिणः
पुराण तांड	शाट्यायनिः
भांडितायन	शालंकायनिनः
भाल्लवि	संकृतिनः
माषशरावय	

सामनामें.—सामवेदाच्या इतिहासाविषयींचें दुसरें एक साहित्य म्हटलें म्हणजे सामांचीं नांवें. सामांचीं नांवें निरनिराळ्या ब्राह्मणांतून व सूत्रग्रंथांतून दृष्टीस पडतात. तीं नांवें आपण सामवेदांतर्गत ऋचांच्या साहाय्यानें तपासलीं तर आपणांस सूक्तांस नांवें कशीं पडत गेलीं या इतिहासाचा थोडासा उलगडा होतो. प्रथमतः द्राह्यायण श्रौतसूत्रांत उल्लेखिलेलीं नांवें येथें देतों.

द्राह्यायण श्रौतसूत्रांत उल्लेखिलेलीं सामनामें.

अग्निव्रत	[इष्टाहोत्रीय]
अग्निष्टोम	इंद्ररोचन
अमेर्व्रत	उद्वंशीय
अभीवर्त	उद्वत् भार्गव
अभीशव	ऋतुस्थायज्ञायज्ञीय
आकूपार	ऐड
आजिग	औक्षारंध्र
आज्यदोह	औदल त्वाष्ट्री
आनूप	औदलबृहती
आंधीगव	और्णायव
आरूढवत् आंगिरस	और्ध्वसद्मन्
आर्षभ	कालेय
आश्व	काव
इड	कौल्मल बर्हिष
इषोवृधीय	क्रौंच
इष्टाहोत्रीय	गायत्र
[गायत्र]	[वामदेव्य]
गोष्ठ	वाभ्र
गौरिवित	वार्षाहर
चंद्र	वाश
ज्योति	वासिष्ठ
तार्क्ष्य	विकर्ण
त्रैककुभ	विश्वजित
दीर्घतमसोर्क	विश्वरूप
दैवोदासि	वींक
धेनु	वैयश्व
नानद	वैराज
पयस्	वैरूप
पार्थ	व्रतपक्ष
पुरुषव्रत	शंखहस्त
प्रजापतेर्हृदय	शशकर्ण
प्रवत् भार्गव	शार्ङ्ग
बृहत्	शुक्र
बृहत्पृष्ठ	शुद्धाशुद्धीय
ब्रह्म	श्यावाश्व
भर्ग	श्यैत
भास	संक्षार
माण्डव	सत्रस्यर्धि
मानव	सन्तान
मौक्ष	समन्त
यज्ञरथ	साकमश्व
यज्ञायज्ञीय	सामराज
यश	सिन्धु
याम	सुरूप
रथंतर	सोम
राजन	सोमव्रत
रौहिणक	स्वर
लोकसाम	हारायण
वसिष्ठशफ	
वामदेव्य	

सामांचीं नामकरणपद्धति.—हीं नांवें फारच थोडीं आहेत. सामसंहितेमध्यें हजार दीड हजार ऋचा आहेत. त्या कोणत्या चालींत गावयाच्या हें सायणांनीं आपल्या भाष्यांत स्पष्ट केलें आहे. कित्येक ऋचा तीन किंवा चार चालींत देखील गाण्यासंबंधानें पद्धति दाखविली आहे. म्हणजे एकंदर तीन हजारांवर चाली सामवेदांत आहेत. या चालींस नांवें दिलीं आहेत. त्या नांवांपैकीं कांहीं नांवें ज्या ऋचेच्या आश्रयानें साम म्हटलें जाई त्या ऋचेच्या आरंभशब्दावरून किंवा अंत्यपदावरून किंवा ज्या छंदामध्यें ती ऋचा असेल त्या छंदावरून दिलीं आहेत. कित्येक नांवें व्यक्तींवरून दिलीं आहेत. त्या नांवांची तपासणी केली असतां बराच इतिहास सांपडेल. सामवेदांतील एकंदर सामांची संख्या अडीच हजारांपेक्षां जास्त आहे. तथापि सारख्याच चालींचीं सामें वगळून राहिलेल्या भिन्न भिन्न चालींच्या सामांची संख्या हजाराच्या आंतबाहेरच भरेल. सर्व सामांचीं नांवें देत बसण्यास अवकाश नाहीं, तरी मास-

त्यासाठीं पांचसहाशें नांवें पुढें देत आहोंत. सामांच्या नांवांची ही यादी देण्यांतील मुख्य उद्देश अभ्यासकांनां सामांच्या नांवांवरून त्यांच्या कर्त्याचा अगर त्या कर्त्यानें केलेल्या सामरचनेचा इतिहास हुडकण्यास मदत व्हावी हा होय. कांहीं सामांनां त्यांच्या ठिकाणच्या विशिष्ट रचनेवरून नांवें दिलीं आहेत, तर कांहीं सामांनां कर्त्यानें आपलेंच नांव दिलेलें आहे. उदाहरणार्थ, 'दैवातिथ' हें साम घेऊं. दैवातिथ हें साम 'आत्वेतानिषीदत' या ऋचेवर गाइलें आहे किंवा बनविलें आहे; व त्या ऋचेचा द्रष्टा 'मधुच्छंदा' नामक ऋषि आहे. अर्थात् मधुच्छंदा ऋषीनें ऋचा दृष्ट केली परंतु तिजवर 'देवातिथ' ऋषीनें सामगायनाची रचना करून त्या सामास आपलें दैवातिथ हें नांव ठेविलें आहे असें दिसून येतें. एखादें नवें शहर वसविल्यावर त्याला वसविणारा राजा अगर दुसरा कोणी पुरुष आपलें नांव देतो त्यांतलाच हा प्रकार आहे. 'मधुश्चुत्' या नांवाचें एक साम आहे. त्या सामाची रचना पाहतां त्याचें निधन किंवा शेवटचें पालुपद मधुश्चुत ता २ ३ ४ ५ असें आहे. अर्थात् त्यावरून या सामाला 'मधुश्चुत्' हें नांव दिलें गेलें असलें पाहिजे हें उघड आहे. त्याचप्रमाणें 'इडा' असें निधन किंवा पालुपद असलेलें साम तें ऐड होय. कांहीं कांहीं सामांचीं नांवें त्यांच्या आश्रयभूत अशा ऋचांच्या छंदांवरूनच दिलीं गेलीं आहेत. जसें बृहतीछंदात्मक ऋचेवर गाइलेलें साम तें 'बृहत्' व त्रिष्टुप् छंदांतील ऋचेवर बनविलेलें साम तें 'त्रैष्टुभ' होय.

सारांश सामांच्या नांवांच्या रचनेच्या वैशिष्ट्यावरून त्यांच्या कर्त्यासंबंधीं माहिती व त्या वेळच्या काळाचा बोध होण्यास बरीचशी मदत होईल. पुढें दिलेल्या यादींत क्वचित् द्विरुक्ति होण्याचा अगर क्वचित् सामांचा निर्देश न होण्याचा संभव असला तरी दिलेल्या यादीवरून अभ्यासकांनां पुष्कळ गोष्टी अभ्यासितां येतील.

सामवेदावरील ब्राह्मण ग्रंथांतील सामांचीं नांवें.

अक्षर
अंकुश
अच्छिद्र
अत्यर्द
अत्रेर्विवर्त
अथमथ
अदारसृति
अध्यर्ध इड
अनुक्रोश
अनुपद
अनुश्लोक
अनूप
अपांच
अपामित्र
अपियाम
[अपियाम]
अभयंकर
अभिद
अभिनिधन काण्व
अभीवास
अभीषव
अभ्रातृव्य
अयासोमीय
अर्कपुष्प
अर्धसद्म
अवभृथ
अशन
अश्वसूक्त
आकूपार
आक्षार
[आक्षार]
आक्षील
आग्नेय
आजित्ति
आजीगर्त
आंजिग
आतिथ्य
आतीपादीय
आत्र
आत्रेय
आदित्य
आपदास
आपाल
आपाद वैष्णव
आभर
आभरद्वसव
आभिनिधन
आभीक
आभीशव
आमहीयव
आयु
आरूढवत् आंगिरस
आशील
आश्व
आश्वसूक्त
आश्विन
आष्कारनिधन त्वाष्ट्री
आष्ट्रादंष्ट्र
आसित
आसिताद्य
इंद्रवज्र
इंद्रस्यमाया
इष्टा होत्रीय
इहवद्वासिष्ठ
ईनिधन मार्गीयण
उक्थामहीयव
उत्तर आदौष्ट्र
उत्तर आभीषव
उत्तर मौर्णावय
उत्तर लौश
उत्सेध
उद्वप्राजापत्य
उद्वातृदमन
उद्वंशीय
उद्वांश
उध्वेडत्वाष्ट्री
उषस्
एवया मरुत्
ऐटत
ऐड आयास्य
ऐड काव
ऐड कौत्स
[ऐड कौत्स]
ऐड याम
ऐतवाह्य
ऐध्मवाह
ऐरत
ऐशिर
ऐष
ओकोनिधन
औक्ष्ण
औक्ष्णरंध्र
औदल
औपगव
औपगवाद्य
औरुक्षय
औशन
कण्वरथंतर
कनीनिका
कश्यपार्ष
काक्षीवत
काण्व
कापीत
कार्णश्रव
कार्तयश
कार्तवेय
कार्ष्ण
कालकंद
कालेय
काव
काशीत
काश्यप
कुतीपाद वैरूप
कौत्स
कौमुद साम
कौल्मल बर्हिष
कौस
क्रोश
क्रौंच
क्षुरपवि
क्षुल्लक कालेय
क्षुल्लक वैष्टंभ
गर्ह
गाथिन
गाध
गायत्रा पार्श्व
गायत्री वैरूप
गार
गार्त्समद
गोअश्वीय
गोतमभद्र
गोधा
गोषूक्त
गौरिवीत

[गोरिवीत]
गौंगव
गौतम
गौपवन
गौर आंगिरस
गौशृंग
घृतश्च्युन्निधन
च्यावन
जनितृ
जमदग्नेः शिल्प
जरावोधीय
जानस्याभीवर्त
तंत्र
तरंत
तवश्यावीय
तात
तारण
तार्क्ष्य
तिरश्चीनिधन
तृतंत्वाष्ट्रीसाम
तैरश्च्य
तौभ
तौरश्रवस्
त्रासदस्यव
त्रिनिधन आयास्य
त्रिष्टुबौशन
त्रैककुभ
त्रैत
त्रैशीक
त्वष्टुरातिथ्य
त्वाष्ट्री
त्वौश
दक्षणिधन
दक्षणिधनमौक्ष
दधिक्राव्ण
दाशस्पत
दीर्घ
दीर्घायुष्य
देवानांरुचि
दैर्घश्रवस्
दैवराज
दैवातिथ
दैवानीक
दैवोदास
दोह
दोहीय
धुम्न
द्यौत
द्यौतान
द्रविण
द्विरभ्यस्त अकूपार
द्विरभ्यस्त त्वाष्ट्री

[द्विरभ्यस्त त्वाष्ट्री]
द्विर्हिंकार वामदेव्य
द्वैगत
धन
धर्म
धानाक
धाम
धुरासाकमश्व
धेनु
नानद
नार्मेध
नाविक
निक
निक्रीड
निधनकाम
नियान
निवेष्ट
निवेष्ट संक्षाम
निषेध
निह्नव
नृमेधस आर्ष
नैपातिथि
नौधस
पक्थ
पद
परीवास
पर्क
पवित्र
पाय
पार्ष्ठ
पार्ष्ठौह
पार्ष्ठौह
पुरीष
पूर्व आदौग्र
पूर्व मौर्णायव
पूर्वातिथ
पृश्नि
पृष्ठ
पौरुमद्र
पौरुमीढ
पौरुहन्मन्
पौष
प्रक्रीड
प्रतीचीनेड
प्रतोद
प्रतोदगोष्ठ
प्रमंहिष्ठीय
प्रयस्वत्
प्रवद्भार्गव
प्रवर्ग्य
प्रहित
प्राकर्ष

[प्राकर्ष]
प्राचीन
प्रासाह
प्रास्कण्व
प्रिय
प्रेंख
प्रैय्यमेध
प्लव
बर्हिष्य
बार्हदुक्थ
बार्हद्गिर
बार्हस्पत्य
बृहत्
बृहदाग्नेय
बृहदात्रेय
भास
भृष्टिमत्
मधुश्चुन्निधन
मनाज्य
मराय
महाकालेय
महागौरी
महादैर्घतमस्
महायौधाजय
महावामदेव्य
महावैश्वामित्र
महावैष्टंभ
महाशैशिर
महासावेतस
महोविशीय
माण्डव
माधुच्छंद
मानवोत्तर
मारुत
मार्गीयव
मार्गीयवाद्य
मेधातिथ
मौक्ष
यज्ञसारथि
यज्ञायज्ञीय
यमस्यार्क
यमिक
यश
यातश्चुच
याम
योनि
यौक्तश्चुच
यौक्ताश्व
यौक्तोत्तर
यौधाजय
रयिष्ठ
राक्षोघ्न

[राक्षोघ्न]
राजिसाम
रात्रिदैवोदास
राशिमराय
रौद्र
रौरव
रौहितकूलीय
लोम
लौश
लौशाद्य
वज्र
वरुण
वषट्कारनिधन
वसिष्ठप्रिय
वाक्साम
वाङ्निधन
वाजजित्
वाजसनि
वाजिनांसाम
वात्र
वात्सप्र
वात्सशिर
वाध्र्यश्व
वाभ्र
वाम्य
वाराह
वार्कजंभ
वार्त्रघ्न
वार्त्रंतर
वार्षहव्य
वार्षाहर
वाश
वाशप्र
वासिष्ठ
वासुमंद
विक
विधर्म
विराड्वामदेव्य
विलंबसौपर्ण
विशोविशीय
विश्वमन
विषामण
वींक
वृषक
वृषौशनि
वृहत्क
वैखानस
वैणव
वैदन्वत
वैधृतवासिष्ठ
वैय्यश्व
वैय्यश्वज्योतिष

[वैय्यघ्रज्योतिष]	[शांकु]
वैराज	शाम्मद
वैरूप	शाम्य
वैश्वदेव	शार्ग
वैश्वामित्र	शार्यात
वैष्टंभ	शुक्र
वैष्णव	शुद्धाशुद्धीय
वैस्पर्ध	शुष्य
व्रतोपोह	शुन्ध्यु
शकुल	शैतोष्म
शंकु	शैरिण
शयन	शैशव
शरण	शोभन
शरुप्रवेतस	शौक्त
शाकपूत	शौनःशेप
शाकल	शौलक
शाक्त्य	श्यावाश्व
शाकर	श्येन
शाकरवर्ण	श्यैत
शांकु	

सामवेदांतर्गत संगीतशास्त्र.— सामवेदाच्या इतिहासाच्या अंगांपैकीं (१) वाङ्मय व (२) गुरुपरंपरा यांचा विचार येथपर्यंत झाला. (३) याशिवाय या शास्त्राचें आणखी एक अंग म्हटलें म्हणजे यज्ञयोजना हें होय. हा सर्व संगीत शास्त्राच्या उपाधींचा इतिहास होय. विशिष्ट साम कोणत्या प्रसंगीं वापरावें याविषयीं येथें विशेष लिहिण्याचें प्रयोजन नाहीं. तो संगीतप्रगतीचा इतिहास नसून तें यज्ञविषयक कर्तव्यात्मक विवेचन होय.

या गुरुपरंपरांच्या यादी येथें आम्हीं दिल्या आहेत, तथापि गुरुपरंपरांची संगति लावून इतिहासाचे धागे अधिक जमवावयाचे हें काम हातीं घेतां येत नाहीं. सामवेदापासून अर्वाचीन संगीताचा संप्रदाय निघाला असेलच असें वाटत नाहीं. एखादी क्रिया शास्त्राचें म्हणजे व्यवस्थित मांडणीचें स्वरूप पावते तेव्हां तें स्वरूप पुष्कळदां ती क्रिया करण्यासाठींच असतें. ती मांडणी सर्व प्रकारच्या प्रसंगांनां पुरी पडत नाहीं. प्रसंग बदलला म्हणजे व्यवस्थित मांडणी करण्याची पद्धति बदलावी लागणार.

सामवेदापासून अर्वाचीन संगीतशास्त्र निघालें अशी कल्पना स्वीकारण्यास अनेक अडचणी उत्पन्न होतात. मागें सामवाङ्मयाची जी परंपरा दिली आहे तीवरून आपणांस असें दिसून येईल कीं ज्या वेळीं देशांत संगीतशास्त्र वाढत होतें तेव्हां सामपरंपरेचे ग्रंथहि निघत होतेच. अलीकडे नवीन ग्रंथहि निर्माण होत आहेत व पुढेंहि होतील; पण जुनी सामगायनाची परंपरा चालू आहे असें वाटत नाहीं. उलट पक्षीं विरुद्ध पुरावा सांपडेपर्यंत ती परंपरा तुटली असें धरून चालणेंच आम्हांस प्राप्त आहे.

सामवेदावरील पाश्चात्त्य अभ्यासक फार थोडे आहेत. सामवेद्यांची परंपरा अविच्छिन्न आहे अशी कल्पना करणें अशक्य आहे. पुष्कळ सामवेदी ब्राह्मणांचा आचार आजच्या ब्राह्मणांच्या दृष्टीनें शूद्रांसारखा आहे. महाराष्ट्रांत सामवेदी फक्त उत्तरकोंकणांत आहेत. तेहि गुजराथकडचे असावेत. थोडेसे दक्षिणेंत, थोडेसे गुजराथेंत व थोडेसे मेवाडांत सामवेदी सांपडतात. शिवाय कांहीं बंगाली आणि तेलंगी सामवेदी आहेत. संगीतशास्त्री रा. ग. गो. वरवे हे सामवेद्यांच्या गायनाच्या चालू परंपरेचा शोध करण्यासाठीं बंगालमध्यें, काशीकडे आणि दक्षिणेंत प्रवास करीत असतां त्यांस असें आढळून आलें कीं, जे सामगायक सामें गाऊन दाखवितात त्यांचा ग्रांथिक सामसंगीताशीं मुळींच परिचय नसतो. ऋग्वेदी लोकांमध्येंच जर प्रातिशाख्यें शिकून संहिता म्हणणारे फार थोडे आहेत, तर ऋग्वेद्यांपेक्षां प्राचीन संस्कृतीपासून अधिक अपसृष्ट झालेल्या सामकांमध्यें परंपरा अविच्छिन्न राहिली असेल अशी अपेक्षाच चुकीची होईल.

सामसंगीतावर जे अनेक लेखक दिसतात त्यांपैकीं वरेच लेखक स्वतःला फारसें कांहीं समजलें नसतां समजलें आहे असें ढोंग करणारे दिसतात. यामुळें त्यांच्या लेखांवर भिस्त ठेवून चालणें धोक्याचें आहे.

सामसंगीत कसें काय होतें हें निश्चयानें सांगणें फारच कठिण आहे. आज जर अनेक सांप्रदायिक उद्गात्यांचीं सामें ध्वनिलेखांत उतरून ठेविलीं तर त्यांचा थोडाबहुत अभ्यास करतां येणें शक्य आहे. निदान शास्त्रीय अभ्यासाची ही पूर्वतयारी झाली असें होईल. चांगले उद्गाते सर्व हिंदुस्थानांतून गोळा केले पाहिजेत आणि निरनिराळ्यांचे गानालाप उतरून ठेविले पाहिजेत.

प्राचीन लौकिकगान आणि सामपरंपरा.—सामवेदाची परंपरा अधिकाधिक स्पष्ट होण्यासाठीं संहिता व ब्राह्मणें यांचा आणि सामवेदाच्या विषयावरील इतर ग्रंथांचा संबंध अवगमिला पाहिजे. ज्या गुरुपरंपरा मागें वर्णिल्या आहेत त्या तुटल्या काय व तुटल्या असल्यास केव्हां आणि कशा तुटल्या याचें विवेचन येथें करतां येण्यास अवश्य तितकीं साधनें उपलब्ध झालीं नाहींत.

लौकिक गानाकडे वळलेली मंडळी सर्व सामवेद्यांतून निघाली असणें शक्य नाहीं. कां कीं, कोणत्याहि कलेंतून जेव्हां शास्त्र उत्पन्न होतें तेव्हां कलेचे सर्वच उपासक शास्त्राकडे वळत नाहींत. यज्ञसंस्थेनें सर्व गायकांचा वर्ग आपल्याकडे ओढून घेतला असेल हेंहि शक्य नाहीं. त्यामुळें सामवेदाची परंपरा म्हणजे यज्ञ आणि तदंतर्गत संगीत जाणणारा वर्ग एकीकडे पडून कलेचा विकास होत जाणें शक्य आहे. कलेची व्यवस्थित मांडणी करणारा वर्ग निघाला म्हणजे तो पूर्वींच्या शास्त्रीकरणाच्या परिश्रमाकडे लक्ष देणार. पण तो केवळ पूर्वशास्त्रानुषंगी नसतो. लक्ष्यसंगीत आणि लक्षणसंगीत असे जे भेद आज उपस्थित झाले आहेत ते देखील शास्त्रकर्त्यांचें स्वातंत्र्यच दाखवितात. तीच क्रिया पूर्वींहि झाली असावी, आणि त्यामुळें सामवेदांतर्गत सप्त स्वर आणि

उत्तरकालीन सप्त स्वर यांची संगति लावण्यास अडचण उत्पन्न होत असावी.

लौकिक गानाची प्राचीन परंपरा जरी आपणांस दिसत नाहीं, तरी सामसंगीताची जी परंपरा स्थापित झाली ती आपली शास्त्ररचना कांहीं काळपर्यंत जगवून ठेवीत होती असें दिसतें. ही क्रिया समजण्यासाठीं संहिताब्राह्मणोत्तर सामवाङ्मय आणि सामवेदवाङ्मय यांचें ऐतिहासिक सूत्र लक्षांत घेतलें पाहिजे. या विषयावर डा० बर्नेल यांनीं आर्षेय ब्राह्मणाच्या प्रस्तावनेंत जें लिहिलें आहे त्याचा गोषवारा मागें दिलाच आहे.

आतां सामवेदांतर्गत संगीतशास्त्राच्या वृद्धीविषयीं विचार व्यक्त केला पाहिजे. याचें कांहीं विवेचन वाङ्मयविकास स्पष्ट करतांना केलेंच आहे. पण त्याबरोबर हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं अस्तित्वांत असलेल्या ग्रंथांवरून आम्हांस सामांतर्गत संगीताविषयीं व त्याच्या लौकिक गानाविषयीं समाधानकारक बोध झाला नाहीं. यांचा संबंध जोडण्याचें कार्य करण्यास जो परिश्रम व खर्च करावा लागणार तो आमच्याकडून झाला नाहीं. तेव्हां आम्ही जी माहिती देत आहों ती अपूर्ण आणि असमाधानकारक आहे असें सांगूनच जें काय प्राप्त झालें तें पुढें मांडीत आहोंत.

संगीताच्या इतिहासाची कल्पना.—भारतीय संगीतशास्त्राचा इतिहास द्यावयाचा म्हणजे ज्या वाङ्मयाचा गाण्याकडे उपयोग केला तें वाङ्मय व गाण्याच्या इतिहासावर प्रकाश पाडतील अशा शास्त्रीय ग्रंथाचा इतिहास हीं द्यावयाचीं. हें केवळ बाह्य विवेचन झालें. त्यांपेक्षांहि महत्त्वाचें अंग म्हटलें म्हणजे निरनिराळ्या प्रकारची संगीतसृष्टि भारतीयांनीं कशी अवलोकिली आणि तींत कांहीं पद्धत बसविण्याचा त्यांनीं कसा प्रयत्न केला याचा इतिहास द्यावयाचा. स्वर, राग, ताल, मेंढ, मूर्च्छना आरोह, अवरोह, श्रुति इत्यादि कल्पनांच्या विकासाचा इतिहास द्यावयाचा. याशिवाय भारतीय संगीतास विशिष्ट मर्यादा कां उत्पन्न झाल्या त्याचा सकारण इतिहास दिला पाहिजे.

भारतीय संगीताची मर्यादा.—संगीतकलेची सृष्टि जेव्हां विविध होईल तेव्हां संगीतशास्त्राची वृद्धि व्हावयाची. भारतीयांची संगीतकला कांहीं कारणामुळें अपुरी होती. प्राचीन भारतीयांच्या संगीतकलेच्या मर्यादा येणेंप्रमाणें देतां येतील.

(१) अनेक लोकांनीं मिळून एकत्र गाण्याचा परिपाठ भारतीयांतील मंत्रपुष्पाशिवाय अन्यत्र दिसत नाहीं. यामुळें ती पद्धति लक्षांत घेऊन संगीतशास्त्राची वृद्धि झालीच नाहीं. (२) भारतीयांचें संगीत तीन सप्तकांचें आणि पाश्चात्त्यांचें सात सप्तकांचें असें म्हणतां येईल. कां कीं, भारतीयांत मानवी आवाज आणि तंतुवाद्य यांपासून जो आवाज उत्पन्न होईल तेवढ्याचेंच वर्गीकरण करण्यांत आलें. वाऱ्याचा उपयोग करून मोठाले आवाज उत्पन्न करणें व त्यांचा संगीत उत्पन्न करण्याकडे प्रयत्न करणें इत्यादि प्रयत्न भारतीयांकडून झाले नाहींत. (३) भारतीयांच्या संगीतकलेंतील तिसरी मर्यादा म्हटली म्हणजे एकस्वरमालिका-संगीत होय. दोन भिन्न स्वरमालिका एकसमयावच्छेदेंकरून उत्पन्न करणें आणि त्यांची मधुर योजना शोधणें या क्रिया भारतीयांकडून झाल्या नाहींत. [४] भारतीय संगीताची चवथी मर्यादा म्हटली म्हणजे ज्यांत पांच, सहा किंवा सात स्वर वापरले जातात तेच त्यांनीं राग म्हणजे संगीताचा विषय मानले ही होय. भारतीय संगीतशास्त्राच्या इतिहासांत आपल्या संगीतशास्त्राला अशा तऱ्हेचें मर्यादित स्वरूप कां आलें याचाहि विचार केला पाहिजे.

यज्ञविकासकालीन संगीतशास्त्रज्ञान.—अत्यंत प्राचीन काळीं, म्हणजे ज्या वेळेस यज्ञ विकास पावूं लागले होते त्या वेळेस संगीतास पद्धति आली असावी असें वाटत नाहीं. जें काय त्या वेळेस संगीतविषयक ज्ञान असेल तें एवढेंच असावें कीं, बऱ्याच चाली निरनिराळे प्रयत्न करणारांनीं शोधून काढल्या असाव्यात आणि अमक्याची चाल, तमक्याची चाल एवढेंच त्या चालींचें नामकरण झालें असावें. चाली गोळा करणें, त्यांचें वर्गीकरण करणें, वर्गीकरण करण्यासाठीं ध्वनींचें पृथक्करण करणें इत्यादि क्रिया अधिक उत्तरकालीन होत. त्या क्रिया क्रमानें होऊं लागल्या असाव्यात.

अमक्याचें गाणें, तमक्याचें गाणें अशा प्रकारचें साहित्य जमा झाल्यानंतर गांवांतलीं गाणीं, जंगली गाणीं असें वर्गीकरण स्वाभाविक आहे. आणि प्रारंभीं तसेंच झालें होतें असें दिसतें. तसेंच आवाज किती मोठा असावा, फार ओरडून केलेलें गाणें आणि कमी ओरडून केलेलें गाणें अशा प्रकारचें देखील वर्गीकरण संगीतशास्त्राची प्रथमावस्था दर्शवितें. अनेक निरनिराळ्या चाली एकामागून एक म्हटल्यानें जो आनंद होतो तो निराळा हें ओळखून स्तोमाची कल्पना उत्पन्न झाली असावी.

संहितीकरण आणि शास्त्रीकरण.—सामवेदकालीन शास्त्र किंवा कला आपणांस शोधतां यावयाची नाहीं. शास्त्रकल्पना म्हणजे व्यवस्थित मांडणीची कल्पना थोडीशी तरी असल्याशिवाय संहितीकरणहि होणार नाहीं. तर संहितीकरण करण्यांत कांहीं शास्त्रकल्पना वापरली गेली आहे काय हें आपणांस प्रथम पाहिलें पाहिजे. हें पहातांना आपणांस असें दिसतें कीं सामवेदसंहितेंत शास्त्राची व्यवस्थित मांडणी नसून मंत्रसाहित्याचीच मांडणी केली आहे. सामवेदीय संहिताभागांमध्यें १ छन्द,२ आरण्यक,३ महानाम्न व ४ उत्तर असे चार आर्चिक ग्रंथ आहेत व शिवाय एक स्तोभ ग्रंथ आहे. गेय, आरण्य, ऊह व ऊह्य असे चार गानविषयक प्रधान ग्रंथ असून यांचेच परिशिष्टरूप असे महानाम्न, भारुंड, तवश्यावीय व गायत्र हे आणखी चार ग्रंथ आहेत. मिळून एकंदर तेरा ग्रंथांनां 'संहिता' असें म्हणण्याचा व्यवहार प्रचलित आहे.

गा न वि ष य क प्र धा न ग्रं थां पै कीं [१] 'गेयगान' हा ग्रंथ छंदआर्चिकमूलक आहे. [२] 'आरण्यगान' हें थोडेंसें आरण्यकार्चिकमूलक आहे; परंतु त्यांतील क्रमाहून या गानग्रंथाचा क्रम भिन्न आहे. हा गानग्रंथ थोडासा स्तोभमूलक असल्याचें दिसतें. परंतु त्यांतील सामांचा क्रमहि या ग्रंथांत दृष्टीस पडत नाहीं. आरण्यगानामध्यें छंदार्चिकमूलकतेचीहि छटा दृष्टीस पडते. [३] 'ऊहगान' हें उत्तरार्चिकमूलक आहे. परंतु यांतील सामांचा क्रम उत्तरार्चिकाप्रमाणें नसून 'दशरात्र,' 'पर्व' इत्यादि प्रकारें ग्रथित केलेला आहे. शेवटचें [४] 'ऊह्यगान' हेंहि उत्तरार्चिकमूलक आहे व त्याचा क्रमहि त्यांतीलच दृष्टीस पडतो. फक्त एका ऊहापुरता क्रमभंग आहे, पण तो जमेस धरण्यासारखा नाहीं. पूर्वार्चिक किंवा छंदआर्चिक ग्रंथामध्यें एक एक सामाची एक एकच ऋचा दर्शित केली आहे. सामाच्या उद्भवास एक ऋचा पुरेशी होते. परंतु स्तोमनिष्पत्तीकरितां आणखी दोन किंवा तीन ऋचांची जरूर असते. उत्तरार्चिक ग्रंथांत अशा प्रकारच्या [उत्तर-म्हणजे पूर्वार्चिक दृष्ट ऋचेच्या पुढें जोडावयाच्या] दोन दोन अगर तीन तीन ऋचा दर्शित केल्या आहेत.

शास्त्रीकरणार्थ प्रथम प्रयत्न.—संगीतशास्त्रीकरणाच्या यत्नांतील एक महत्त्वाची क्रिया म्हटली म्हणजे आपण गातों तेव्हां गातांना छंदावर काय क्रिया करतों हें तपासणें. या तऱ्हेचा शोध देखील प्राचीनांनीं केला आहे.

कोणतीहि ऋचा साम म्हणून गावयाची म्हणजे त्या ऋग्मंत्रांतील अक्षराच्या उच्चारणांत कोणकोणते फेरफार करावे लागतात याविषयीं जैमिनिसूत्रभाष्यकार शबरस्वामी यानें जै. सू. ९. २, २७ ह्या सूत्रावर भाष्य लिहितांना बरेंच स्पष्टीकरण केलें आहे. त्यांपैकीं मुख्य क्रिया सहा प्रकारच्या असून त्यांचीं नांवें पुढें दिल्याप्रमाणें आहेतः—

(१) विकार.
(२) विश्लेष.
(३) विकर्षण.
(४) अभ्यास.
(५) विराम.
(६) स्तोभ.

(१) वि का र.—ही क्रिया सामान्य तऱ्हेची आहे. अक्षराच्या कसल्याहि फेरबदलास विकार हें सामान्य नांव देतात. उ० 'अग्न' या शब्दाचें 'ओग्नायि' हें सामांतर्गतरूप विकार होय.

(२) वि श्ले ष.—ही क्रिया उदाहरण घेऊन अशा रीतीनें दर्शवितां येईल. सामाच्या मूळ मंत्रांतील 'वीतये' ह्या अक्षराचा 'वोयितोया २ यि' असा उच्चार करतात. येथें 'वी' चें 'वोयि' व 'त' चें 'तोया' हें जें वर्णांचें दीर्घीकरण झालें त्यास 'विश्लेष' ही संज्ञा देतात.

(३) वि क र्ष ण.— किंवा आवाज ओढण्याची क्रिया. 'वोयितोया २ यि' ह्यांतील 'या २ यि' हें विकर्षण होय.

(४) अ भ्या स.—त्याच अक्षरांचा पुनरुच्चार करण्याची जी क्रिया तीस अभ्यास म्हणतात. उदाहरणार्थ, वरील सामांत 'वोयितोया २ यि' ह्या पदामागून 'तोया २ यि' एवढ्या पदांशाचा पुनरुच्चार करतात तो अभ्यास होय.

[५] वि रा म.—ही क्रिया म्हणजे सामें म्हणतांना एका पदांतील एकच अक्षर उच्चारून त्या ठिकाणीं कांहीं वेळ थांबणें. छंदःशास्त्रांतील 'यतिभंग' नामक दोषासारखाच हा प्रकार आहे. परंतु सामगायनांत हा दोष मानण्यांत येत नाहीं. उ० 'हव्यदातये' ह्यांतील 'ह' हें अक्षर पूर्वीच्या 'गृणानो' ह्या पदास जोडून घेऊन उच्चार करणें व थांबणें ('गृणानोह') ही विरामक्रिया झाली.

(६) स्तोभ.—ह्याचें लक्षण "अधिकत्वे सति ऋग्विलक्षणवर्णःस्तोभः" असें शास्त्रकारांनीं दिलें आहे. 'सि' ह्या मूळ ऋगक्षराचें 'त्सा २ यि' असें जें रूप त्याला 'स्तोभ' म्हणतात.

याखेरीज, 'बर्हिंषि' या ऋक्पदांचा साम म्हणतांना रेफवर्ज 'ही २३ षी' असा उच्चार करणें, त्याचप्रमाणें उच्चारणांत 'औहोवा' इत्यादि वर्ण नवीन घालणें असे लोप, आगम इत्यादि किरकोळ प्रकार आहेतच.

सामवेदीय स्वरविचार.— आजच्या लौकिक गानामध्यें सा, रे, ग, म, प, ध, नी, हे सप्त स्वर धरतात व त्यांस षडज्, ऋषभ, गांधार, मध्यम, पंचम, धैवत, निषाद, हीं नांवें आहेत. आजची आपण सामवेदसंहितेची पोथी घेतली तर सामवेद म्हणतांना सात स्वर वापरीत होते असा भास होतो. पण पोथीवर आंकडे केव्हां घातले गेले हा प्रश्न आहे. नारदी शिक्षेप्रमाणें सामसंगीतांत सात स्वर दिसतात. तथापि, त्यांचा अनुक्रम लौकिकांसारखा नाहीं. लौकिकामध्यें स्वर पहिल्या स्वरापेक्षां दुसरा मोठा, दुसऱ्यापेक्षां तिसरा मोठा, असे आरोहक्रमानें मांडले आहेत. तर सामसंगीतांतील सप्तस्वर म, ग, रे, सा, नी, ध, प, अशा क्रमानें आजचे स्वर मांडल्यासारखे होतील. म्हणजे, लौकिकगानामध्यें सात स्वरांत केवळ शुद्ध आरोहअवरोह क्रम आहे, तर वैदिक सामसंगीतांत अवरोहारोह क्रम आहे. ही सात स्वरांची योजना एकदम झाली काय, हा प्रश्न आपल्यापुढें आहे. कलेची वाढ आपणांस तपासतां येणार नाहीं. कारण, सामें ज्या वेळेस म्हणत होते त्या वेळचे नादलेख आपल्यापाशीं नाहींत. तथापि सात स्वरांचें गाणें देखील एकदम वाढलें नसावें अशी कल्पना करण्यास जागा आहे.

एकस्वरी गाण्यापासून सात स्वरांपर्यंत.—अनेकस्वरयुक्त गायन हा बराच पुढचा विकास होय. त्याच्या अंगोदरची पायरी म्हटली म्हणजे एकस्वरयुक्त गाणें. अशासच इंग्रजींत "मोनोटोनस" म्हणतात आणि आपल्या लौकिक

भाषेंत तुच्छता व्यक्त करण्याकरितां त्यास रडगाणें म्हणतात. त्या प्रकारचें गाणें अगदीं प्रारंभीं होतें असें संहितोपनिषद् ब्राह्मणावरून दिसतें.

संहितोपनिषद्.—संहितोपनिषद्ब्राह्मणांत सामगायन कसें करावें याविषयीं उपदेश आलेला आहे. संहितोपनिषद् हें सामवेदाचें ७वें ब्राह्मण असून तें इतर सामवेदीय ब्राह्मण ग्रंथांप्रमाणें बऱ्याचशा अलीकडील काळांतलें आहे. या ब्राह्मणाची भाषा जरी बऱ्याच अंशीं इतर ब्राह्मणांच्या भाषेशीं जुळती आहे तथापि आर्षरूपांचा त्यांतील अभाव आणि आरण्यगान व ग्रामगेयगान यांचा उल्लेख ह्या गोष्टींवरून हें ब्राह्मण अगदीं अलीकडेच तयार झालें असावें या विधानास पुष्टि येते. कारण, ग्रामगेयगान हें सामवेदाच्या वाङ्मयापैकीं अगदीं अर्वाचीन आहे. हें ब्राह्मण म्हणजे जुना गद्यभाग व पद्यें यांचा एक संग्रहच केलेला दिसतो. या ग्रंथाच्या तिसऱ्या अध्यायांत विद्यादेवीनें केलेला उपदेश व त्यासंबंधीं आख्यायिका असून पुढें विद्यार्थ्यांनीं आपल्या गुरूंना कशा प्रकारें मान द्यावा याविषयींचें विवेचन आलें आहे. यास्काच्या निरुक्तांत व दुसऱ्या कित्येक स्मृतींतहि अशा प्रकारचें वर्णन आढळतें. तुलनात्मक विचारानें संहितोपनिषद्ब्राह्मण हें निरुक्त व कांहीं स्मृती यांच्या दरम्यान बनलें असावें असें अनुमान होतें. भारतीय शास्त्रें हीं सामान्यतः ब्राह्मण ग्रंथांतून विकासलेलीं दिसतात. आणि या सिद्धांताप्रमाणें सामवेदब्राह्मणग्रंथांमध्येंच भारतीय संगीतशास्त्राचा पद्धतशीर अभ्यास होत असल्याचें दिसून येतें. या ब्राह्मणाच्या पहिल्या अध्यायांत सामगायनाच्या विविध पद्धतींविषयीं विवेचन आलें आहे. त्यावरून असें दिसतें कीं, सामगायक यांनीं आपल्या स्वभावसिद्ध अशा स्वरांतच सामगायन करावें असा नियम झाला होता. गाणें अनेक स्वरांत गाणें हें निराळें, आणि आवाजाचें सातांत वर्गीकरण करणें हें निराळें.

संहितोपनिषद् ब्राह्मण या ग्रंथाचा दुसरा व तिसरा हे अध्याय बऱ्याच महत्त्वाचे आहेत. कारण, या अध्यायांत सामें व त्यांच्या ऋचा यांच्या परस्परसंबंधाविषयीं अगदीं प्राथमिक तऱ्हेचें विवेचन आलें आहे. या विवेचनावरून असें दिसून येतें कीं तत्कालीन सामगायकांस उदात्त, अनुदात्त इत्यादि वैदिक स्वर, व उच्च, नीच वगैरे सामगानांतील स्वर यांचा एकमेकांशीं कांहीं संबंध आहे अशी पुसट पुसट कल्पना असावी. या ब्राह्मणग्रंथांत उल्लेखिलेली स्वरमालिका पूर्ण आहे. सात स्वरांनीं युक्त इतकें गाणें एकदम वाढलें नाहीं अशी प्राचीनांची कल्पना होती. नारदी शिक्षेवरून असें आढळतें कीं, पहिले चार स्वर विष्णु, सोम, ब्रह्मा व अग्नि यांनीं उत्पन्न केले. सप्तम स्वर नारदांनीं स्वतः उत्पन्न केला व तुंबरु यानें पांचवा व सहावा स्वर घालून एकंदर स्वरमालिका तयार केली.

तीन स्वरांचें अवगमन.— अशी शक्यता आहे कीं सात स्वरांत संगीत सृष्टीची विभागणी करण्यापूर्वीं तीन स्वरांतच प्राचीन शास्त्रज्ञांनीं विभागणी केली असावी.

ऋग्वेद पठनांत उदात्त, अनुदात्त आणि स्वरित हे तीन स्वर वापरावे असा शिक्षाग्रंथाचा नियम आहे. या तीन स्वरांची किंमत सात स्वरांइतकी आहे अशा तऱ्हेची माहितीहि पुष्कळ ठिकाणीं सांपडते. तथापि यावरून असें समजूं नये कीं, हौत्र म्हणणारी मंडळी ऋग्वेदाच्या तीन स्वरांत—म्हणजे खरोखर सात स्वरांत गात होती. ती सात स्वरांत गात नव्हती किंवा तीन स्वरांतहि गात नव्हती. हौत्र मंत्र नेहमीं स्वरहीन म्हणत असत व म्हणतात. याविषयीं विधिवाक्य ऐतरेय ब्राह्मणांत आढळून येत नाहीं, पण सूत्रग्रंथांत आहे (एकश्रुति संततं अनुब्रूयात् परःसंनिकर्षः ऐकश्रुत्यम्–आश्वलायन श्रौत सूत्र १.१,१). हौत्र मंत्र सात स्वरांत म्हणत असते तर उद्गात्यांची जरूरच नव्हती. हौत्रांत जर स्वरयुक्त मंत्र म्हटले जात नव्हते तर ऋग्वेदपठनांत स्वरांचें प्रयोजन काय? आणि ऋग्वेद्यांनीं आपले ग्रंथ उदात्त, अनुदात्त आणि स्वरित या तीन प्रकारच्या उच्चारांनीं म्हणावे म्हणून नियम तरी कशाला केला? य.वर दोन कल्पना निघतात. एक कल्पना म्हटली म्हणजे ज्याप्रमाणें मुलें परवचा म्हणावयाचा तो स्वरयुक्त म्हणतात त्याप्रमाणें हौत्र मंत्र पाठ करतांना विद्यार्थी स्वरयुक्त म्हणत असतील आणि त्यास पुढें कांहीं तरी पद्धति लागावी म्हणून उदात्त अनुदात्त आणि स्वरित ही योजना झाली असेल. दुसरी कल्पना म्हटली म्हणजे आपला वेद गायनयुक्त करून उद्गात्यांचा वर्ग अनवश्यक करावा असा होत्यांचा प्रयत्न असेल. कांहींहि असो. ही स्वरयुक्त ऋग्वेद म्हणण्याची योजना टिकली मात्र नाहीं. आज ऋग्मंत्र म्हणतात ते अगदीं निराळ्या तऱ्हेनें म्हणतात. जेथें खालीं खूण असेल तेथें डोकें खालीं करतात, आणि जेथें वर खूण असेल तेथें डोकें वर करतात म्हणजे याखेरीज स्वरांनां कांहीं अर्थ आहे असें ते समजतच नाहींत. असें करण्यांत फार चूक होते असेंहि नाहीं. आमच्या मतें ऋग्वेदांतलि स्वरांनां फारशी किंमतच नाहीं. जे स्वर ग्रंथीं लिहिले आहेत त्यांस श्रौत महत्त्व कांहींच नाहीं व व्याकरणमहत्त्वहि नाहीं. दधीचि ऋषीची इंद्रशत्रुविषयक कथा ब्राह्मणांत दिली आहे. ती व्याकरणेतिहासमहत्त्वाची मुळींच नाहीं असें तरी म्हणावें लागेल; किंवा आश्वलायन सूत्राचा आदेश उत्पन्न होण्यापूर्वी फार थोडा काळ स्वरयुक्त म्हणणें होत असेल आणि तें म्हणणें कायम करण्याकरितां तो अर्थवाद उत्पन्न झाला होता असें म्हणावें लागेल. वैयाकरणांनीं बहुव्रीहि आणि तत्पुरुष समास उच्चारावरून ओळखले जावे आणि त्यामुळें कांहीं निश्चित उच्चारयोजना व्हावी म्हणून वरील अर्थवाद उत्पन्न करून धडपड केली होती एवढेंच त्यावरून निघतें.

अथर्ववेद्यांची विद्या आपल्या वेदांत किंवा सूत्रग्रंथांत घेऊन त्यांचें उच्चाटन करण्याचा प्रयत्न ऋग्वेद्यांनीं केला.

त्याचप्रमाणें जर सामवेदी मंडळींचें उच्चाटन करण्याचा प्रयत्न ऋग्वेद्यांनीं केला असेल आणि त्यासाठीं गाणें म्हणण्याची कला आणि तदनुषंगी शास्त्र हें जर ऋग्वेद्यांनीं घेतलें असेल, तर सामवेद्यांची प्राचीन पद्धति तीन स्वरांचीच होती असें होईल. याचा अर्थ असा कीं, गाण्यांत सात स्वर ओळखावयास यावयाच्या पूर्वी तत्कालीन गायनपंडितांस तीन स्वरच ओळखले गेले.

यावरुन सामगायनांतील स्वरसप्तक म्हणजे लौकिक गायनांतील 'म, ग, रे, सा, ध, नी, प' अशा स्वरक्रमाचें असल्याचें दिसून येतें. आतां ह्या क्रमामध्यें अशी एक शंका उद्भवते कीं, षड्जा [सा] नंतर अवरोहक्रमाप्रमाणें निषाद [नी] हा स्वर यावयास पाहिजे तो न येतां धैवत [ध] कसा आला? व शेवटचा 'पंचम' [प] हा स्वर अवरोहक्रमानुसार धैवताच्या खालचा आहे असें मानल्यास येथेंच सात स्वर रुप्राप्त होतात; मग 'कुष्ट' [सर्वांत उच्च] स्वराची वाट काय? परंतु या शंकेचें समाधान अशा रीतीनें करतां येण्याजोगें आहे कीं, सामगायनाच्या पुस्तकांतून जी स्वरलेखन पद्धति आढळते तिजमध्यें कुष्ट स्वराकरितां ७ हा आंकडा येतो. हा स्वर सामगायनांत क्वचित् वापरला जात असल्यामुळें त्या स्वरास शेवटीं टाकलें असावें. पण वस्तुतः कुष्ट स्वर हा सर्वांपेक्षां उच्च असल्यामुळें तोच पहिला स्वर होय. आतां धैवत हा स्वर निषादापूर्वी येण्याचें कारण असें दिसतें कीं, त्या वेळीं निषादालाच 'धैवत' हें नांव असावें व निषाद हें नांव धैवतास असावें. कसेंहि असो, या स्वरांच्या घोटाळ्यासंबंधानें समाधानकारक असा निर्णय लावण्याची पंचाईत पडते.

लौकिक गायनांत षड्ज, ऋषभ, गांधार, मध्यम, पंचम, धैवत व निषाद हे सात स्वर गाइले जातात ही गोष्ट सर्वांना परिचित आहे. सा, री, ग, म, प, ध व नि ह्या षड्जादि स्वरांच्याच नामसंकोचनानें बनविलेल्या संज्ञा होत. लौकिक गायन हें सामवेदांतूनच निर्माण झालें अशी समजूत आहे लौकिक गायनांत वापरल्या जाणाऱ्या स्वरांचाहि उद्भव सामवेदांत असावा हें शक्य आहे.

सहा स्वरांचें सामगायन.—सामगायन हें प्रथम सहा स्वरात्मक असलें पाहिजे हें त्यांच्या प्रथम स्वराच्या कल्पनेवरुनच व्यक्त होतें. द्वितीय स्थानीं जो स्वर आहे त्यास प्रथम हें नांव आहे, कुष्ट स्वर नंतर ओळखला गेला असावा.

"तयोर्सां क्रुष्टतम इव साम्नः स्वरस्तं देवा उपजीवन्ति योऽवरेषां प्रथमस्तं मनुष्या यो द्वितीयस्तं गंधर्वाप्सरसो यस्तृतीयस्तं पशवो यश्चतुर्थस्तं पितरो ये चांडेषु शेरते यः पंचमस्तमसुररक्षांसि योऽन्त्यस्तमोषधयो वनस्पतयोयच्चान्यज्जगत्" [सामविधान ब्राह्मण १. १, ३].

अर्थः—सामामध्यें इतर सहा स्वरांहून उंच असा जो स्वर किंवा सूर असतो तो 'क्रुष्ट' होय. या स्वरांच्या ठिकाणीं देव तृप्त होत असतात. शिल्लक राहिलेल्या सहा स्वरांमध्यें जो 'पहिला' किंवा मुख्य स्वर असतो त्याच्या ठिकाणीं मनुष्यें संतुष्ट होतात. दुसऱ्यापासून पांचव्या स्वरापर्यंतच्या स्वरांच्या ठिकाणीं अनुक्रमें गंधर्वाप्सरा, पशु, पितर व ब्रह्माडांत राहणारे सर्व प्राणी, असुर व राक्षस हे तृप्त होत असून शेवटचा जो स्वर त्याच्या ठिकाणीं औषधी, वनस्पती व सारें जग तृप्त होतें.

सात स्वर.—सप्तस्वरात्मक गायनपद्धतीच्या प्राचीनतेच्या विरुद्ध आधार दाखविले तथापि कांहीं उल्लेखांवरुन सप्तस्वरात्मक संगीत फार प्राचीन असावें अशी कल्पना होते, "सप्तधा वै वागवदत्तावद्वै वागवदत्" अशी ऐतरेय ब्राह्मणांतील दुसऱ्या पंचिकेच्या ७ व्या खंडांत एक पंक्ति आहेः तिचा अर्थ "लौकिक गानरूपी वाणी जशी 'सप्तधा' म्हणजे सात प्रकारांनीं—षड्जादि स्वरांनीं—गाइली जाते त्याचप्रमाणें वैदिकगानरूपी वाणीहि क्रुष्टादि सात स्वरांनीं सात प्रकारांनीं गाइली जाते" असा आहे.

आजच्या लौकिक गानांत आणि सामसंगीतांत शास्त्रज्ञ एका काळीं सात स्वर मानीत असत. सामें ज्या वेळेस तयार झालीं त्या वेळेस किती स्वर वापरीत असत हें आपणांस ठाऊक नाहीं आतां प्रश्न हा कीं, आजच्या षड्जाच्या बरोबरचा प्राचीनांचा म्हणजे बऱ्याच उत्तरकालीन सामकांचा स्वर कोणता होता? याविषयीं नारदीय शिक्षेचें सूत्र येणेंप्रमाणें आहेः—

यः सामगानां प्रथमः स वेणोर्मध्यमः स्वरः।

यो द्वितीयः स गांधारस्तृतीयस्त्वृषभः स्मृतः॥

चतुर्थः षड्ज इत्याहुः पंचमो धैवतो भवेत्।

षष्ठो निषादो विज्ञेयः सप्तमः पंचमः स्मृतः॥

यावरुन नारदीय शिक्षेप्रमाणें सामवेदीय क्रुष्ट प्रथमादि स्वरांच्या मांडणीप्रमाणें लौकिक स्वरांची प, म, ग, रे, सा, ध, नी अशी मांडणी केली असतां सामसंगीतांतील सप्त स्वर प्राप्त होतात. या विधानाचा काय अर्थ होतो तो पाहूं.

(१) प, म, ग, रे, सा, हा अनुक्रम 'सा' पर्यंत उतार दर्शवितो.

(२) सा, ध, नी हा जो अनुक्रम आहे त्यांत थोडासा घोटाळा आहे. हा घोटाळा 'ध' व 'नी' यांसंबंधाचा आहे. ध हा सातवा आणि निषाद हा सहावा असें येथें धरलें आहे.

रेव्हरंड पॉपले यांनीं आपल्या 'म्युझिक आफ इंडिया' (मद्रास१९२१) ग्रंथांत लौकिक व सामकांच्या स्वरांचें समीकरण खालीलप्रमाणें केलें आहे. पण तें कोणत्या आधारावर केलें तें समजत नाहीं. आम्हांस पॉपलेंनीं अडचणीवरुन कांहीं तरी कल्पना करून उडी मारली असा संशय येतो.

क्रुष्ट	मध्यम
प्रथम	गांधार
द्वितीय	ऋषभ
तृतीय	षड्ज
चतुर्थ	निषाद
मंद्र	धैवत
अतिस्वार	पंचम

स्वर, ग्राम, मूर्च्छना आणि ताना यांचें सामगायनांत अस्तित्व.–सप्तस्वरास्त्रयोग्रामा मूर्च्छनास्त्वेक विंशतिः ताना एकोन पंचाशदित्येतत्स्वरमंडलम् ॥ असा नारदी शिक्षेंत एक श्लोक आहे. त्यावरून सात स्वर, तीन ग्राम, एकवीस मूर्च्छना व ४९ ताना इतका सामगायनामध्यें स्वरविस्तार असल्याचें दिसून येतें.

सात स्वरांचें प्राचीनत्व.–सामगायनामध्यें येणाऱ्या सात स्वरांचीं नांवें सामविधान ब्राह्मण या ग्रंथांत दिलीं आहेत (प्र. १ खं. १). तीं (१) क्रुष्ट, (२) प्रथम, (३) द्वितीय, (४) तृतीय, (५) चतुर्थ, (६) पंचम व (७) अन्त्य अशीं आहेत. याच ग्रंथामध्यें आणखी एका ठिकाणीं या स्वरसप्तकाचा उल्लेख आहे. त्यांत 'पंचम' या स्वराला 'मंद्र' व 'अन्त्य' या स्वराला 'अतिस्वार्य' अशीं नांवें आलीं आहेत. नारदी शिक्षेंतहि या सप्त स्वरांचा उल्लेख आहे (अ. १ कं. १). तो असाः–प्रथमश्च द्वितीयश्च तृतीयोथचतुर्थकः । मन्द्रक्रुष्टोह्यतिस्वार एतान्कुर्वन्ति सामगाः ". परंतु या श्लोकामध्यें सर्वांत उच्च असा जो 'क्रुष्ट' स्वर तो 'मन्द्र' स्वराच्या पुढें व 'अतिस्वार्यस्वराच्या मागें कां दिला आहे हें समजत नाहीं. लौकिक गायनांत षड्ज, ऋषभ, गांधार, मध्यम, पंचम, धैवत व निषाद असे सात स्वर आहेत; व त्यांचींच नामाक्षरें संकुचित करून सा, रि, ग, म, प, ध, नी या सात संज्ञा रूढ झाल्या आहेत. सामगायनांतील स्वरसप्तक व लौकिक गायनांतील स्वरसप्तक यांमध्यें स्थूल असा जो एक फरक आहे तो असा कीं सामगायनांतील स्वरसप्तक अवरोहस्वरूप असून लौकिक गायनांतील स्वरसप्तक आरोहस्वरूप आहे. म्हणजे सामगायनांतील स्वर एकापेक्षां एक उतरता अशा क्रमानें असून लौकिक गायनांतील स्वर हे एकापेक्षां एक चढ (उच्च) अशा क्रमानें आहेत. याशिवाय पूर्वोक्त दोन स्वरसप्तकांत आणखी कोणता फरक आहे तें वर जें नारदीय शिक्षेंतील सूत्र दिलें आहे त्यावरून ध्यानांत येईल. त्या सूत्राचा अर्थ असा कीं सामगायकांचा जो 'प्रथम' स्वर तो वेणूचा–बांसरीचा–पाव्याचा किंवा अल्गुजाचा अर्थात् लौकिक गायनाचा–' मध्यम ' स्वर होय. याचप्रमाणें द्वितीय स्वर तो गांधार, तृतीय स्वर तो ऋषभ, चतुर्थ स्वर तो षड्ज, पंचम स्वर तो धैवत, षष्ठ स्वर तो निषाद आणि सप्तम स्वर तो पंचम स्वर होय इत्यादि वर सांगितलेंच आहे.

स्वरांची मुखांतून उत्पत्ति व तिची मीमांसा.—स्वर लहानमोठे उच्चारले जातात. ते तोंडाच्या कोणत्या भागांतून निघतात इत्यादि गोष्टींचें अवलोकन प्राचीनांनीं कितपत केलें होतें हें पहाणें आहे. त्यांनीं कांहीं अवलोकन केलें होतें हें खास. उर, कंठ व शिर हीं तीन स्थानें म्हणजे अनुक्रमें मंद्र, मध्यम व तार (उत्तम) या तीन स्वरांचीं उत्पत्तिस्थलें आहेत. उरस्थलापासून केलेल्या शब्दोच्चारणाला प्रातःसवन, कंठस्थानापासून केलेल्या शब्दोच्चारणाला माध्यंदिनसवन आणि शिरस्थानापासून केलेल्या शब्दोच्चारणाला तृतीयसवन अशी संज्ञा आहे. अत्यंत हळू हळू उच्चारलेला स्वर तो मंद्र, मोठ्यानें उच्चारलेला तो मध्यम व अतिशय मोठ्यानें उच्चारलेला स्वर तो तार होय. क्रुष्ट, प्रथम, द्वितीय, तृतीय, चतुर्थ, मंद्र, आणि अतिस्वार ह्या सात स्वरांचा उच्चार सामगान करणारे करीत असत. लहान स्वर, मोठा स्वर फार मोठा स्वर अशा तऱ्हेचें प्राथमिक वर्गीकरण होतें तें सप्तस्वर सांपडल्यानंतर त्यांशीं मिळतें करून घेण्याचा प्रयत्न झालाच आहे.

उत्तरकालामध्यें स्वरांचीं हीं जुनीं नावें मागें पडून लौकिकगायनांतील स्वरांनां विद्यमान असलेलीं . षड्ज ऋषभादि नांवेंच सामगानांतील स्वरांनां रूढ झालीं असें आढळून येतें. [ना. शि. ५]

स्वरमापन.—स्वर निर्णीत झाले. पण ते कागदावर लिहावयाचे कसे, मोजावयाचे कसे इत्यादि प्रश्न शास्त्रीय अभ्यासकांच्या पुढें रहाणारच. त्या काळांतील ध्वनिमापनसाधनें अल्प असतां त्यांनीं हें कार्य कसें केलें हें पहाण्यासारखें आहे. हल्लीं लौकिकगायनामध्यें ज्याप्रमाणें लांकडाची भोपळा लाऊन केलेली वीणा उपयोगांत आणतात त्याचप्रमाणें सामगायक हे सामगायनामध्यें ' गात्रवीणा ' उपयोगांत आणीत असावेत असें दिसतें. लांकडी वीणेच्या निरनिराळ्या पड्यांपासून ज्याप्रमाणें निरनिराळे स्वर निघतात त्याचप्रमाणें शरीराच्या निरनिराळ्या गात्रांपासून निरनिराळे स्वर निघतात. यावरून आपल्या शारीर गात्रांनां अनुलक्षून प्राचीन सामगायकांनीं ' गात्रवीणा ' हा शब्द रूढ केला असावा हें उघडच दिसतें. गाणारे स्वरोच्चारण करतांना हावभाव करतात. ते हावभाव स्वरमापनाकडे लावून उपयुक्त करण्याचाहि प्रयत्न झाला होता. क्रुष्टस्वर हा अंगठ्याचे टोंकास स्पर्श करून व्यक्त करावयाचा असून अंगठ्याचे मध्य प्रदेशास स्पर्श करून प्रथम स्वर व्यक्त करावयाचा असतो. तर्जनीच्या ठिकाणीं गांधार, मध्यमेच्या ठिकाणीं ऋषभ, अनामिकेच्या ठिकाणीं षड्ज, व करंगळीचे ठिकाणीं स्पर्श करून धैवत व्यक्त करावयाचा असतो. करंगळीचे मुळाशीं स्पर्श करून ' निषाद ' हा स्वर व्यक्त करावयाचा असतो.

कोणत्या स्वरांनीं कोण संतुष्ट होतात इत्यादि प्रकारचें काव्यहि गायक मंडळींनीं करण्यास सोडलें नाहीं. या प्रकारचें

काव्य करणें हें भिक्षुकी धंद्याला थोडेंबहुत सोइस्करहि झालें असावें.

षड्ज स्वर कंठापासून, ऋषभ शिरापासून, गांधार नासिकेपासून मध्यम उरापासून, उत्पन्न होतो. उर, शिर व कंठ या तीन स्थानांपासून पंचम स्वर उत्पन्न होत असून ललाटापासून धैवत व सर्व संधींपासून निषाद हा स्वर उत्पन्न होतो. असें नारदी शिक्षेंत दर्शित केलें असून षड्जादि स्वरांच्या व्याख्याहि थोडक्यांत दिल्या आहेत त्या पुढें दिल्याप्रमाणें:—

नासिका, कंठ, उर, तालु, जिव्हा व दांत या सहा स्थानांपासून उत्पन्न होणारा स्वर तो 'षड्ज' होय.

नाभीपासून उत्थित झालेला वायु कंठ, शिर या स्थानांनां स्पर्श करतो व वृषभाप्रमाणें डुरकतो त्यावेळीं जो स्वर उत्पन्न होतो तो 'ऋषभ' स्वर समजावा. इत्यादि प्रकारांनीं त्यांनीं विवेचन केलें आहे.

सात स्वरांची प्राचीन सामरूपी प्रत्यक्षांत व्यापकता.— प्रत्येक 'साम' सात स्वरांनीं गाइलें जाई असें दिसत नाहीं. कोणत्या तरी एका स्वरामध्यें सामाचा प्रारंभ होऊन साम समाप्त होईपर्यंत दोन दोन किंवा तीन तीन स्वर किंवा त्याहूनहि कमजास्त स्वर चढ उतार करून गाण्यांत येत असावेत असें दिसतें. सातहि स्वरांचा उच्चार होणारींहि सामें कांहीं कांहीं आहेत.

सामगायनांत स्वर किती व कशा क्रमानें गाइले जात याविषयीं कल्पना येण्यासाठीं कांहीं उतारे पुढें देतों.

गोतम-पर्क

ओमा इ। ओयाही ३ वीईतोयाँ२इ। तोथा२इ । गृणानोह । व्यदातोया२इ। तोथा२इ। नोईहोतासा २३। त्सा२इ। वा २३४ औहोवा। ही २३४ षी ॥ १ ॥

वर दिलेलें साम हें 'चतुर्थ स्वरादि' म्हणजे चतुर्थ स्वरांत आरंभिलें जाणारें असून या सामांत एकंदर पांच स्वर गाइले आहेत.

कश्यप-बर्हिष्य

अग्न ओयाहिवी । तयाइ । गृणानोहव्यदाता । २३ योइ निहोतासेत्सिबर्हो २३ इषि। बर्हा२इषी २३४ औहोवा बर्ही ३ षी २ ३ ४ ५ ॥ २ ॥ १ ॥

या समाचा प्रारंभ चतुर्थ व मंद्र या दोन स्वरांनीं यथाक्रम होत असून यामध्यें एकंदर पांच स्वर गाइले आहेत.

(गाथिनः) कौशिक-साम

अदर्शि गातुवित्तमा ६ ऐ। यास्मिन् व्रतानि यादधुः। ऊपोषुजा ३। हा ३ हा इ। तमारि यस्य वर्धनम्। अग्नाइनक्षो ३। हा ३ हा। तुनो गिरः। इडा २३ भा ३४३ ओ २३४५ इ । डा ॥ १३ । ४७ ॥

या सामाचा प्रारंभ मंद्र (५) अति मंद्र (६) व मंद्र (५) या स्वरांनीं यथाक्रम झालेला असून यामध्यें एकंदर ६ स्वर गाइलेले आहेत;

१ ब्रह्मा, प्रजापति किंवा विश्वदेव, २ आदित्य, ३ साध्य, ४ अग्नि, ५ वायु, ६ सोम व ७ मैत्रावरुण ह्या अनुक्रमें क्रुष्टादि-सप्त-स्वरांच्या देवता म्हणून वर्णिल्या आहेत.

आतां या वरील सामांतील स्वरलेखनपद्धति कशी काय होती व त्यांतील निरनिराळ्या चिन्हांचा अर्थ काय हें समजून घेण्याचा प्रयत्न करूं.

साममंत्रलेखनांतील चिन्हें.—बिब्लिओथिका इंडिका (कलकत्ता १८७४) या प्रतींत सामसंहितामंत्रांतील अक्षरांच्या डोक्यावर मधून मधून उ, क, र हीं अक्षरें असून १,२,३ हे आंकडे असतात. अक्षरांपैकीं र हें अक्षर जास्त वेळ आढळतें व उ आणि क कमी आढळतात. अक्षरें असतात तीं १,२,३ या आंकड्यांनां लागून असतात. व क्वचित् मोकळीं असतात. र हें अक्षर तिन्ही आंकड्यांपैकीं कोणत्याहि आंकड्यास लागून असतें. उ आणि क हीं अक्षरें १ या आंकड्यास लागून असलेलीं आढळत नाहींत. अक्षरांच्या डोक्यावर येणारा आंकडा तीनच्या पुढील नसतो. अपवादः—भाग १ पृष्ठ १६० व २५६ मध्यें संहितामंत्रांत अनुक्रमें ५ व ४ आंकडे आले आहेत.

सामगानमंत्रांतील अक्षरांच्या डोक्यावर १ पासून ५ पर्यंत आंकडे येतात. क्वचित् ७ आंकडा येतो. परंतु ६ मात्र येत नाहीं. अपवादः—भाग १ पृष्ठ ४३२ येथें गानमंत्रांत 'इंद्रोअंगा' या पदांतील 'द्रो' या अक्षरावर ८ चा आंकडा.

गानमंत्रांतील अक्षरावर फक्त र हें अक्षर आढळतें. क आणि उ आढळत नाहींत. डोक्यावर येणारें र अक्षर केव्हां आंकड्यास लागून असतें व केव्हां सुटें असतें.

गानमंत्रांतील अक्षरांच्या पुढें १ पासून ६ पर्यंत आंकडे येतात. हे आंकडे केव्हां एकत्र २ ते ५; कोठें २ ते ४ अनुक्रमानें अथवा उलट सुलट व एककटेंहि येतात. मात्र एक हा आंकडा एकटा येत नाहीं. आंकड्यांची संख्या केव्हां केव्हां पांचपर्यंत असते.

ओळींत येणारे आंकडे जेथें २,३,४,५ अशा अनुक्रमानें येतात तेव्हां त्या प्रत्येक आंकड्याच्या डोक्यावर एकाचा आंकडा असतो. मात्र त्या (ओळींतील) आंकड्यांच्या पूर्वी ओकार असला तर आंकड्यांच्या डोक्यावर आंकडे येत नाहींत. या नियमास क्वचित् अपवादः—भाग २ पृष्ठ ११८ येथें 'माता' या अक्षरापुढील अनुक्रमानें येणाऱ्या २,३,४,५ या आंकड्यांच्या डोक्यांवर आंकडे नाहींत. त्याचप्रमाणें भाग ३ पृष्ठ १५२, २०३, २३५ येथेंहि आकड्यांच्या डोक्यावर आंकडे नाहींत.

गानमंत्रांत ओळींतील अक्षरापुढें क्वचित् २, ३, ४, व ३, ४, ५ या अनुक्रमानें येणाऱ्या तीनच आकड्यांच्या डोक्यावर १ चा आंकडा येतो. उ. भा. २ पृ. ७५ मध्यें 'तरेमा' यापुढील २, ३, ४ या आंकड्यांच्या डोक्यावर १ चे आंकडे

गानमंत्रांतील अक्षरावर कोठें कोठें ऽ , ‸, _ , इत्यादि खुणा आढळतात. - ही खूण फक्त ओळींत येणाऱ्या २ या आंकड्याच्या डोक्यावर असते. मात्र तो दोनचा आंकडा एकटा असेल तरच असते. या नियमास क्वचित् अपवादः- भाग २ पृ.२२१ 'रा' यापुढील २ आंकड्यावर खूण नाहीं. बाकींच्या दोन्ही खुणा अमक्याच अक्षरावर अथवा आंकड्यावर असतात असें सांगतां येत नाहीं.

गानमंत्रांत ओळीमध्यें अक्षरांच्या पुढें अशी ० अशी खूण संहितामंत्रांतील अनुस्वाराकरितां असते. परंतु ती अनुस्वार असलेलें अक्षर विकृत झालें तर असते. उदाहरणः— भाग २ पृष्ठ १७२-७३येथें संहितामंत्रांत 'रथं विश्वंच' अशीं पदें आहेत. गानमंत्र ५ यामध्यें 'रथ विश्वा' असा तुकडा आल्यामुळें ओळींत अनुस्वाराची खूण नाहीं. परंतु गानमंत्र ६ मध्यें 'रथा ३' अशीं अक्षरें असून त्यांपुढें ३ चा आंकडा आल्यामुळें त्यापुढें 'रथं' वरील अनुस्वाराकरितां ० ही खूण आली आहे.

या खुणांचा अर्थ कसा लावावयाचा हा प्रश्न आहे. या खुणा आम्ही फक्त कलकत्त्यास (१८७४ मध्यें) छापलेल्या प्रतींतील दिल्या आहेत. या प्रतींतील खुणांचें स्पष्टीकरण केलें म्हणजे सर्व झालें असें मुळींच नाहीं. खरें म्हटलें असतां खुणांशिवाय अक्षरस्वरूपभेदावरून सामांचें गायनशास्त्र काढलें पाहिजे. कारण खुणा फारच उत्तरकालीन असण्याचा संभव आहे. तथापि गांनांतील खुणांचा अर्थ देण्याचा प्रयत्न येथें केला आहे. मंत्रांतील १,२,३ हे आंकडे उदात्त, अनुदात्त, स्वरितांकरितां असावेत. र या अक्षराचा अर्थ पुढें दिला आहे पण उ, व क यांचा अर्थ लागला नाहीं.

सामवेदाच्या गायनासंबंधीं निरनिराळ्या शाखांमध्यें बरेच मतभेद आहेत. कौथुमी शाखाच विशेषेंकरून प्रचारांत असल्यामुळें त्या शाखेच्या पद्धतीसंबंधींच मुख्य मुख्य गोष्टी पुढें दिल्या आहेत. परंतु हें संगीतहि लुप्तप्रायच आहे.

या संगीताची रचना अतिशय प्राचीन कालापासून झाली असल्यामुळें ज्या सप्तकावर याची उभारणी आहे तें शास्त्रशुद्ध असणें फारसें संभवत नाहीं. या संगीतांत अर्वाचीन संगीताप्रमाणें अनेक राग आढळत नाहींत. त्यावरून सर्व गाणीं एकाच रागांत म्हटलीं जात असावीं असें बर्नेलला वाटतें. बर्नेलचें म्हणणें आम्हांस पटत नाहीं. कारण निरनिराळ्या रागांत गाणें म्हणणें निराळें आणि रागांची जाणीव असणें निराळें. आपल्या इकडील सामाचें ग्रेगोरियन किंवा साधें गीत (प्लेन चांट) या यूरोपीय चालीशीं बरेंच सादृश्य आहे असें बर्नेलचें मत आहे. तथापि या दोहोंतहि कांहीं ठिकाणीं फरक आहेच.

सामांची स्वरलेखनपद्धति निरनिराळ्या हस्तलिखितांत भिन्नभिन्न प्रकारची आढळते; आणि एकाच पद्धतीनें लिहिलेल्या दोन हस्तलिखित प्रती मिळणें जवळ जवळ अशक्य आहे. कारण या प्रती बहुतेक सामगायक स्वतःच तयार करतात. प्रत्येक जण आपल्याला गायन सुलभ होईल अशा तऱ्हेनें कांहीं नवीन नवीन खुणाहि घालतो.

दक्षिणेकडील सामलेखनपद्धतींत आपणाला अशा शेंकडो खुणा आढळतात, व त्या सर्वांचा खुलासा करणें जवळ जवळ अशक्य आहे असें बर्नेलनें म्हटलें आहे. तथापि अलीकडच्या पद्धतींत सात स्वरांकरितां १, २, ३, ४, ५, ६ व ७ (किंवा ‸) हे आंकडे घालतात. या स्वरांचीं नांवें व क्रम पूर्वी दिलाच आहे. सामवेदाच्या पोथ्यांमध्यें स्वर बरेच उत्तरकालीं शिरले असणार. त्या स्वरांचा अर्थ लावला म्हणजे कुरुयुद्धकालीन संगीत हातीं आलें असें मुळींच होणार नाहीं.

मूळ सात स्वरांनां प्रकृतिस्वर म्हणतात. यांखेरीज कांहिं विकृतिस्वर म्हणून असतात. त्यांमध्यें कांहीं पुनःपुन्हा येणारे स्वरसमुच्चय अथवा एखाद्या स्वराचें विकृत स्वरूप येतें. उदाहरणार्थ 'प्रेंख' यानें मागील स्वर दोन मात्रा वाढवावयाचा असून त्याचा अंत दुसऱ्या स्वरांत होतो असें समजतात. याचें चिन्ह कांहीं प्रतींत २ असें असतें व कांहीं प्रतींत विशेषतः दक्षिणेंत 'प्रे' असें लिहितात 'नमन' म्हणजे मागील अक्षर १, २, ३ या तीन स्वरांत उच्चारावयाचें. कर्षण याची खूण ‸ किंवा ˬ आहे. आणि अशा दोन चिन्हांमध्यें जितके आंकडे असतील तितके स्वर अनुक्रमें चढावयाचें किंवा उतरावयाचें असतें. 'विनत' याबद्दल 'वि' किंवा 'ऽ' चिन्ह वापरतात. याचा अर्थ १, २ हे स्वर असा होतो. ग्रामगेयगानामध्यें जेथें 'विनत' असतो. तेथें ऊहगानामध्यें 'प्रेंख' असतो. आणखी दोन 'अत्युत्क्रम' = ४ ५ ६ ५ व 'संप्रसारण' = २ ३ ४ ५ या विकृती आहेत. यांनां अलीकडच्या भाषेंत ताना म्हणतां येईल.अशा तऱ्हेच्या आणखी अनेक पारिभाषिक संज्ञा आहेत. 'अभिगत' म्हणून एक संज्ञा आहे तिचा अर्थ पूर्वीचाच स्वर त्याच्यामागें एक अ लावून म्हणावयाचा असा आहे; व या संज्ञेबद्दल बिब्लिओथिका इंडिकेच्या प्रतींत ७ हा आंकडा वापरला आहे. म्हणजे हा सातव्या स्वराचा निदर्शक नाहीं.

सामगीतांमध्यें स्वराची उच्चनीचता व मात्रा या मुख्यतः शब्दावर अवलंबून असतात. एका सामाच्या चालींतच दुसरा मंत्र म्हणावयाचा असल्यास शब्दांचा उच्चार कमी अधिक लांबवून अथवा कांहीं अक्षरें वगळून किंवा अधिक घालून मात्रा बरोबर करून घेतात. कधीं कधीं स्वर 'दीर्घ' किंवा 'वृद्ध' असतात. म्हणजे अनुक्रमें अधिक वेळपर्यंत लांबवावयाचे असतात, किंवा जोर देऊन उच्चारावयाचे असतात; तेव्हां त्यांच्यावर उत्तरहिंदुस्थानांत 'र' हें अक्षर घालण्याची पद्धति आहे व दक्षिण हिंदुस्थानांत 'ओ' हें अक्षर घालतात. जेव्हां कांहीं आंकडे ओळीनें लिहिलेले असतात व त्यांच्या डोक्यांवर दुसरे आंकडे असतात तेव्हां ते डोक्यावरचे आंकडे मात्रा अथवा काल दाखवितात. सामामध्यें

ज्या उभ्या रेघा मधून मधून असतात त्या एकाच दमांत म्हणावयाचे भाग (पर्वे) किंवा तुकडे दाखवितात. एका स्वराच्या मात्रा अक्षरांतील स्वरांवर अवलंबून असतात; छन्दः-शास्त्राप्रमाणें अक्षराच्या लांबीवर अवलंबून नसतात; 'चित्र' या शब्दांतील पहिल्या स्वराची मात्रा लघु अथवा एक आहे पर्वाच्या शेवटील अक्षराची मात्रा नेहमीं वृद्ध असते.

वेदकालीन किंवा वेदकालानंतरच्या निकटच्या कालाचें संगीत स्पष्ट करण्यासाठीं नारदी शिक्षेसारखा ग्रंथ उपयोगांत आणावा किंवा नाहीं यविषयीं मतभेद होईल. तथापि परंपरागत पद्धतीचें स्पष्टीकरण करण्यासाठीं परंपरेनें मान्य असलेल्या ग्रंथाचा उपयोग केला पाहिजे म्हणूनच केला आहे. रे. पापले यांच्या मतें (आम्ही त्या मतास मान्यता देत नाहीं) नारदी शिक्षा हा ग्रंथ दहाव्या किंवा बाराव्या शतकांत पडेल इतका उत्तरकालीन आहे.

रेव्हरंड पापले यांनीं भारतीय संगीतावर जें छोटेखानी पुस्तक लिहिलें आहे, तें पुष्कळ प्रकारें चांगलें व बहुश्रुत आहे, तथापि जे निरनिराळ्या ग्रंथाचे काल त्यांनीं दिले आहेत, ते प्रचलित पंडितांस मान्य होण्याजोगे नाहींत; आणि त्यांनीं आपल्या म्हणण्यास आधारहि दिले नाहींत. रे. पापले यांचा सर्व प्रयत्न सप्तस्वरात्मक भारतीय संगीत पायथ्यागोरसनंतर घालण्याचा असल्यामुळें त्यांचें पुस्तक या बाबतींत विश्वसनीय नाहीं.

वैदिक गानकाव्यें.–वैदिक संगीतपद्धतीचें स्पष्टीकरण करतांना गाण्याकरतां रचलेलीं काव्यें किंवा काव्यांत गाण्यासाठीं उपयोगी करण्यासाठीं केलेले फेरफार यांच्याकडे लक्ष दिल्याशिवाय पुढें जाणें बरें नाहीं. यासाठीं वैदिक स्तोमांचें विवरण केलें पाहिजे.

स्तोम.—सामगायनाच्या अभ्यासांत 'स्तोम' म्हणजे काय हें समजून घेणें जरूरीचें आहे. त्रिवृत्, पंचदश, सप्तदश, त्रिणव, एकविंश इत्यादि बरेच स्तोम आहेत. त्यांपैकीं कांहीं स्तोमांची माहिती येथें देत आहों. 'उत्तरा संज्ञक' ग्रंथांत 'उपास्मैगायतानरः' 'दविद्युतत्याऋचा' व 'पवमानस्यतेकवे' अशीं तीन सूक्तें प्रत्येकीं तीन तीन ऋचांचीं पठित आहेत. या तीन सूक्तांच्या आश्रयानें जें अग्निष्टोमयज्ञांत गायत्रसंज्ञक स्तोत्र किंवा 'साम' गाइलें जातें त्यास 'बहिष्पवमान' असें म्हणतात. या बहिष्पवमानाचें गान 'त्रिवृत्' नामक स्तोमानें सिद्ध करावयाचें असतें.

सामगान केलें जातें तें संहितेंतील मूल ऋचांवर केलें जातें. या ऋचा प्रत्येक सामांत तीन असतात. या ऋचांची सामगानांत पुनः पुनः आवृत्ति करून पठण करणें याला स्तोम म्हणतात. या स्तोमांचीं नांवें पुढीलप्रमाणें:—त्रिवृत्, पंचदश, सप्तदश, एकविंश, त्रिणव, त्रयस्त्रिंशत्, चतुर्विंश, चतुश्चत्वारिंशत्, अष्टाचत्वारिंशत्. या स्तोमांचीं लक्षणें पुढें दिलीं आहेत.

त्रि वृ त् स्तो म.—सामाच्या तीन ऋचांपैकीं प्रत्येक ऋचेची तीन वेळ आवृत्ति करणें हा त्रिवृत् स्तोम.

पं च द श स्तो म.—सामाच्या तीन ऋचांची संख्या आवृत्तिभेदानें पंधरा करणें, व तीन तीन पर्यायांत करणें. त्याचा प्रकारः—पहिल्या पर्यायास प्रथमऋचा तीन वेळ, दुसरी एक वेळ व तिसरी एक वेळ. दुसऱ्या पर्यायास पहिली एक वेळ, दुसरी तीन वेळ व तिसरी एक वेळ. तिसऱ्या पर्यायास पहिली व दुसरी एक एक वेळ व तिसरी तीन वेळ. याप्रमाणें तीन पर्याय मिळून तीन ऋचांच्या आवृत्तीनें पंधरा ऋचा करणें.

स प्त द श स्तो म.—पहिल्या पर्यायास पहिली तीन वेळ दुसरी आणि तिसरी एक एक वेळ. दुसऱ्या पर्यायास पहिली व तिसरी एक एक वेळ आणि दुसरी तीन वेळ. तिसऱ्या पर्यायास पहिली एक वेळ व दुसरी आणि तिसरी तीन तीन वेळ. याप्रमाणें दोन पर्यायांत दहा व तिसऱ्या पर्यायांत सात मिळून सतरा आवृत्ति करणें.

ए क विं श स्तो म.—प्रत्येक पर्यायांत सात मिळून तीन पर्यायांत एकवीस.

त्रि ण व स्तो म.—प्रत्येक पर्यायांत नऊ मिळून तीन पर्यायांत सत्तावीस. याप्रमाणें त्रयस्त्रिंशाच्या तीस, चतुर्विंशाच्या चोवीस, चतुश्चत्वारिंशत्, व अष्टाचत्वारिंशत्च्या अनुक्रमें चव्वेचाळीस व अठ्ठेचाळीस (आवृत्तिभेदानें) ऋचा करणें.

विष्टुति.—स्तोमाच्या पर्यायांतील ऋचांच्या अनुक्रमांत निरनिराळे बदल करणें याला विष्टुति असें म्हणतात. उदाहरणः—पंचदशस्तोमाचा पहिला पर्याय पहिली ऋचा तीन वेळ आणि दुसरी, व तिसरी एक एक वेळ असा आहे. यांत फरक करून पर्यायांची (ऋचांची) संख्या पांच करणें याचें नांव विष्टुति. अशा प्रकारच्या कांहीं स्तोमांच्या विष्टुती (अथवा चाली) ठराविक आहेत. त्यांचीं नांवें:

त्रिवृत् स्तोमाच्या विष्टुती.–उद्यती, परिवर्तिनी, कुलायिनी.

पंचदशस्तोमाच्या विष्टुती.–पंचपंचिनी, उद्यती, अभिक्रामंती.

सप्तदशस्तोमाच्या विष्टुती.—दशसप्ता, सप्तास्थिता, उद्यती, भद्रा.

एकविंश स्तोमाच्या विष्टुती.—सप्तसप्तिनी, उद्यती, प्रतिष्ठिता, सूर्म्या.

त्रयस्त्रिंश स्तोमाच्या विष्टुती.—समत्र्यंशा, नेदीयःसंक्रमा, उद्यती, प्रत्यवरोहिणी उद्यती.

त्रिणवस्तोमाच्या विष्टुती.—प्रतिष्ठिता, उद्यती.

चतुश्चत्वारिंशत् स्तोमाच्या तीन विष्टुती.—प्रतिष्ठिता, निर्मध्या. तिसरीचें नांव नाहीं.

अष्टाचत्वारिंशत् स्तोमाच्या दोन विष्टुती.—नांवें दिलीं नाहींत. [ताण्ड्यमहाब्राह्मण]

सामेतर संगीत.—वैदिक संगीतापासून उत्तरकालीन संगीताकडे जाण्यासाठीं मध्येंच एक प्रश्न विचारांत घेतला पाहिजे आणि तो झटला ह्मणजे संगीताच्या इतिहासाचे परकीयांच्या परिणामावरून कालभेद पाडावेत काय ? या प्रश्नाचें विवेचन करण्यासाठीं परकीयांच्या संगीतपद्धतीचे भारतीय संगीतावर परिणाम अजमावले पाहिजेत.

भारतीय संगीतावर बाह्यसंगीताचे परिणाम.—संगीताच्या इतिहासांतील एक महत्त्वाचा प्रश्न म्हटला म्हणजे त्या संगीतावर झालेले परकीय संगीताचे परिणाम हा होय. याविषयीं आज हेंच म्हणतां येईल कीं, भारतीय आर्यन् संगीताचा संबंध द्राविडी, ग्रीक, मुसुलमानी, व यूरोपीय या चार पद्धतींशीं आला. द्राविडी संगीताचा संबंध व त्याचे परिणाम फार अनिश्चित आहेत. अशीहि शंका येते कीं, कदाचित आर्यन् लोकांनीं सबंध संगीतशास्त्र द्राविडांचे घेतलें नसेल कशावरून ? कां कीं सामवेदांतील संगीत स्पष्ट नाहीं. त्याला पद्धति लागली ती प्रातिशाख्यांच्या व शिक्षा ग्रंथांच्या काळांत. पण ती देखील थोडी. खरी पद्धति नारदी शिक्षेच्या वेळीं लागलीअसावी. जुने शास्त्रीय ग्रंथ तामीळमध्यें पुष्कळ आहेत. असें शक्य आहे कीं, द्राविडांमध्यें अर्वाचीन संगीतपद्धतीचा जन्म होऊन त्या पद्धतीनें आपलें शास्त्र उत्तरकाळीं सामें म्हणण्यास लावलें आणि सामवेदास संगीतशास्त्र जोडलें गेलें. सामांवर असलेले स्वरदर्शक आंकडे नवीनच आहेत हेंहि मागें सांगितलेंच आहे.

ग्रीक व हिंदु संगीत पद्धतींचा संबंध विशेषतः सादृश्य पुष्कळ ठिकाणीं वर्णिलें आहे. आपल्या बावीस श्रुती व ग्रीकांच्या चोवीस श्रुती, गांधारसारख्या ग्रीकस्पृष्ट देशाचें नांव भारतीय संगतिपद्धतींत शिरणें, वगैरेवरून व चंद्रगुप्तपूर्व संगीतावरील पद्धतशीर ग्रंथाच्या अभावावरून ग्रीकांच्याकडून संगीतशास्त्र भारतीयांनीं कांहीं तरी उसनें घेतलें असावें अशी कल्पना कांहीं ग्रंथकारांनीं व्यक्त केली आहे.

संगीतशास्त्राचें वाङ्मय पुष्कळ मोठें आहे. रा. बरवे यांनीं याविषयीं केसरींत एक मोठा लेख प्रसिद्ध केला होता. आज संस्कृत व प्राकृत संगीत ग्रंथांचीं नांवें आपण शोधूं लागलों तर हजारावर यादी जाईल.संगीतांत आज दोन पद्धती आहेत. त्या दक्षिणात्य आणि हिंदुस्थानी या होत. उत्तरेकडील संगीतावरील ग्रंथ गतकालीन संगीत दाखवितात असें म्हणतां येईल. दक्षिणेकडील संगीत ग्रंथ आणि संगीत पद्धति यांमध्यें मात्र एकत्व आहे. संगीत पद्धतींत दोन निरनिराळे संप्रदाय एकत्र करण्याचा प्रयत्न झाला नाहीं असें नाहीं. कारण संगीतरत्नाकर सारख्या ग्रंथाचा हेतूच दोहोंचें एकीकरण हा असावा असें दिसतें. तथापि आज दोघांमध्यें द्वैत राहिलें आहे आणि त्याचें मुख्य कारण स्वरांच्या स्वरूपांतच भेद होय. प्राचीन आर्य संगीत मुसुलमानी काळांत बदलत चाललें आणि ग्रंथापासून फरकलेली अशी संगीतकला प्रचारांत आली. हिंदुस्थानी प्रचलित संगीत आणि ग्रंथोक्त संगीत हीं भिन्न आहेत. प्रचलित संगीत रा. भातखंडे यांनीं बरेंचसें पद्धतींत आणिलें. यामुळें सध्या तीन संगीतपद्धती (म्हणजे स्वरमापन रागनामकरण, इत्यादि बाबतींत भिन्नता) अस्तित्वांत आहेत.

मुसुलमानांचा संगीतावर परिणाम जो झाला तो संगीत कलेवर झाला. शास्त्रावर फारसा झाला नाहीं. मुसुलमानी काळांत अनेक भारतीय शास्त्रें आणि कला यांस उतरती कळा लागली तरी त्यास संगीत अपवाद होतें असें म्हणतां येईल. मुसुलमानी अमदानींत संगीतास बराच आश्रय मिळाला. भारतीय ग्रंथांचीं फारशींत भाषांतरें झालीं, आणि टप्पा, गझल वगैरे अनेक प्रकार नवीन आले. तथापि भारतीय संगीतशास्त्रांत फरक झाला नाहीं; तर नवीन प्रकारांची वाढ होऊन पूर्वीच्या रागांत भर पडली एवढेंच. याशिवाय वाद्यें कांहीं वाढलीं असतील तीं निराळींच.

भारतीय संगीत कलेवर सध्यांच्या पाश्चात्त्य कलेचा परिणाम झाला काय ? झाला असल्यास तो कितपत झाला इत्यादि प्रश्नांचें एक उत्तर देतां येईल कीं, पाश्चात्त्याचा संबंध नुकताच येऊं लागला आहे आणि त्यामुळें परिणाम मोजतां नाहीं. नवीन वाद्यें आलीं पण रागपद्धति वगैरेंत भर फारच थोडी पडली. भाषांमध्यें अंतर पुष्कळ, इंग्रजांची छंदोपद्धति स्वराघातावर रचलेली तर भारतीयांची लघुगुरुत्वावर रचलेली इत्यादि कारणांमुळें इंग्रजी कलेचा भारतीय कलेवर फार परिणाम अजून झाला नाहीं.

संगीतेतिहासाचे कालविभाग.—वरील कारणांवरून भारतीय संगीताच्या इतिहासांत परकीय विकृति हें कालभाग पाडण्यास मोठें महत्त्वाचें कारण नाहीं. रा. बरवे भारतीय संगीताचे काल येणें प्रमाणें पाडतात. (केसरी ३।९।१२)

(अ) वेदकालापासून ते बुद्धकालापर्यंत (इ. पू. ५००). या कालास आपण “ सामसंगीत युग ” असें म्हणूं.

(आ) बुद्धकालापासून ते इ. स. १–२ शतकांपर्यंतच्या कालास “ मार्गसंगीत युग ” म्हणूं.

(इ) इ. स. ३ पासून १४–१५ शतकांपर्यंतच्या कालास “ देशी संगीताचा उषःकाल ” म्हणण्यास हरकत नाहीं.

(ई) १६ व्या शतकापासून १९ व्या शतकापर्यंतचा काल हान्न काय तो देशी संगीताच्या उत्कर्षाचा काल म्हटला पाहिजे. हा कालविभाग लक्षांत ठेवला म्हणजे, जे जे ग्रंथ उपलब्ध होतील ते कोणत्या कालमर्यादेंतील आहेत हें ठरूं शकेल आणि समग्र उपलब्ध ग्रंथांचें कालदृष्ट्या वर्गीकरण करतां येईल.

भरताचें नाट्यशास्त्र.–हिंदुस्थानांतील संगीत शास्त्रावरचा सर्वांत जुना आणि विस्तारपूर्वक लिहिलेला ग्रंथ म्हटला म्हणजे भरताचार्यानें रचलेला नाट्यशास्त्र हा होय. हा ग्रंथ सहाव्या शतकाच्या आरंभीं झाला असें सामान्यतः मानतात. हा ग्रंथ तयार करण्यापूर्वीं भरतानें नाट्यसूत्र या नांवाचा ग्रंथ लि-

हिला होता असा एके ठिकाणीं उल्लेख आहे. परंतु तो आज उपलब्ध नाहीं. भरताच्या नाट्यशास्त्रापैकीं संगीतशास्त्राचें विवेचन करणारें असें फक्त एकच प्रकरण आहे. त्या प्रकरणांत स्वर, श्रुती, ग्राम, मूर्च्छना व जाती यांबद्दल सविस्तर माहिती दिलेली आहे. भरताचार्यानें या ग्रंथांत प्रतिपादिलेलीं संगीतशास्त्राचीं तत्त्वें आजहि हिंदी संगीतांत प्रचलित आहेत. भरताचार्यांनें आपली संगीतपद्धति कशी बनवली ह्याचें ज्ञान चालू पिढ्यांतील लोकांनां सहज समजण्यासारखें नाहीं. प्रो. भानूंनीं मराठींत थोडासा गोषवारा रंगभूमी मासिकांत प्रसिद्ध केला आहे. संगीत प्रकरणांतील कांहीं भागांचें भाषांतर क्लेमेंटकृत 'हिंदी संगीत शास्त्रप्रवेश' या नांवाच्या ग्रंथांत दिलेलें आहे; आणि जीन ग्रॅसिट यानें फ्रेंच भाषेंत ह्या प्रकरणाचें संपूर्ण भाषांतर केलें आहे. परंतु जीन ग्रॅसिटचें भाषांतर बिनचूक आधार म्हणून मानतां येत नाहीं. कारण, त्यानें 'स्वर' या शब्दाचा अर्थ 'अंतराखालील ध्वनि' असा केलेला आहे. पण भरताचार्यांनें स्वर हा शब्द अंतरास उद्देशून मूळ योजलेला आहे; आणि केवळ दुय्यम अर्थानें 'अंतरापुढील ध्वनीस' लावलेला आहे. यामुळें जीन ग्रॅसिटनें केलेलें स्वरनामांचें भाषांतर पुन्हां शुद्ध केलें पाहिजे.

मद्रास इलाख्यांतील पदुकोटा संस्थानांतल्या कुदुमीयामालै येथें सांपडलेल्या एका शिलालेखांत संगीतासंबंधानें बरेच उल्लेख आहेत. हा लेख सातव्या शतकांतला असावा. त्यामध्यें सात जाती, कांहीं थोडक्या श्रुती आणि सात स्वर यांचा नामनिर्देश आहे. 'अंतर' आणि 'काकली' यांनीं 'ग' व 'नी' यांच्या तीव्र श्रुती अनुक्रमें वर्णिलेल्या आढळतात. आजहि दक्षीणेंतील संगीत शास्त्रीय पारिभाषिक शब्दांत हा विशेष आढळून येतो. ह्या शिलालेखांतील मजकूर म्हणजे सामगायकानें म्हणावयाचें एक गाणेंच असून त्यांत पुष्कळ ठिकाणीं असलेल्या विशिष्ट खुणा सामगायनांतील चिन्हें असावींत असा कित्येकांचा तर्क आहे.

भक्तिमार्गाच्या उदयाचा दक्षिण हिंदुस्थानांतील संगीतावर परिणाम.—इसवी सनाच्या ७ व्या व ८ व्या शतकांत दक्षिण हिंदुस्थानांत लोकांमध्यें नवी धार्मिक जागृति दिसूं लागून भक्तिमार्गाचा उदय झाला. आणि त्याबरोबर शिव आणि विष्णु यांच्या भक्तीचे संप्रदाय विशेष लोकप्रिय झाले. ह्या धर्मजागृतीची लाट लोकांमध्यें लांब दूरवर पसरविण्याचें काम या जागृतीच्या पुढाऱ्यांनीं रचलेल्या भक्तिविषयक पद्यांनीं विशेष केलें. त्यामुळें साहजिकच ईश्वरभक्तीवरोबर संगीतालाहि बरेंच चालन मिळून त्याची वाढ झाली, आणि संगीताचें शिक्षणहि लोक बऱ्याच प्रमाणांत घेऊं लागले ज्या जुन्या रागांत हीं पद्यें म्हणत असत ते हल्लीं प्रचारांतून नाहींसे झालेले आहेत. परंतु त्रावणकोरमध्यें जे इंदीस, इंदलम्, पाडि, पुरनिर, वगैरे प्राचीन त्रावणकोरी राग आज प्रचलित आहेत, त्यांत वरील रागांपैकीं कांहींचा समावेश होतो असें त्रावणकोरकडील लोकांचें म्हणणें आहे. पश्चिमघाट आणि समुद्रकिनारा ह्यांच्यामध्यें जो सुंदर चिंचोळा भूप्रदेश आहे व ज्याचा त्रावणकोर हा एक भाग आहे त्या प्रदेशाचा इसवी सनापूर्वीं कित्येक शतकें इतर देशांशीं मोठा व्यापार चालू होता. या प्रदेशांत त्या वेळीं चेर वंशाचें राज्य होतें. चेर वंशांतील राजांचें राज्य कांहीं काळ तर सर्व दक्षिण हिंदुस्थानभर पसरलेलें होतें. या राज्यांत प्राचीन तामीळ संस्कृति पसरलेली असून त्या वेळीं उत्तर हिंदुस्थानांतील पवित्र क्षेत्रांमध्यें वास करीत असलेल्या संस्कृत संस्कृतीशीं तिची स्पर्धा चालू होती. तात्पर्य, या काळांत या चेर वंशाच्या राज्यांत एक संगीतपद्धति भरभराटींत असल्यास त्याबद्दल आश्चर्य करण्याचें कांहीं कारण नाहीं. या पद्धतीचे अवशेष अद्यापि तिकडील प्रदेशांत आढळतात. येथें हेंहि नमूद करणें अवश्य आहे कीं,: याच वेळीं यूरोपमध्यें ग्रेगरी दि ग्रेट हा ख्रिस्ती धर्मप्रसाराच्या कार्याकरतांच तिकडील संगीताची वाढ करण्यांत गुंतलेला होता.

नारदशिक्षा.—नारदशिक्षा हा ग्रंथ १० व १२ या शतकांच्या दरम्यान रचलेला असावा असें कित्येक लेखक समजतात. कित्येक या ग्रंथास ख्रिस्तपूर्व अनेक शतकें घालतात. या ग्रंथाचा नारद या सुप्रसिद्ध पौराणिक व्यक्तीशीं संबंध लावण्यांत येतो ती चूक आहे. नाट्यशास्त्र या ग्रंथांतल्यापेक्षां सदरहू ग्रंथांत रागपद्धतींत पुष्कळ अधिक सुधारणा झालेली दिसते, आणि यानंतर झालेल्या संगीतरत्नाकर नामक सुप्रसिद्ध ग्रंथाशीं याचा ज्या बाबतींत मतभेद आढळतो त्यांपैकीं कांहीं बाबतींत नारदशिक्षेचें कुदुमियामालै येथील शिलालेखांतल्या माहितीशीं एकमत आहे. नारद शिक्षा हा ग्रंथ १२ व्यां शतकाच्याहि नंतरचा असावा असें कांहीं विद्वानांचें मत आहे.

जयदेव व त्याचें गीतगोविंद.—ज्याचें स्थळ आणि काळ यांबद्दल निश्चित माहिती आपणांस आहे असा उत्तर हिंदुस्थानांतला पहिला संगीतज्ञ जयदेव हा होय. तो १२ व्या शतकाच्या अखेरीस होऊन गेला. याचा जन्म बोलपूर नजीक केंदुला या गांवीं झाला. बोलपूर म्हणजे बंगाल आणि अर्वाचीन हिंदुस्थान यांचे कविशिरोमणि जे रवींद्रनाथ टागोर त्यांचें हल्लींचें निवासस्थान होय. केंदुल येथें अजूनहि दरसाल यात्रा भरत असते व तेथें त्या प्रसंगीं उत्तमोत्तम पद्यें गाइलीं जातात. जयदेवानें गीतगोविंद या नांवाचा ग्रंथ रचिला व त्यांतील पद्यें तो स्वतः गाऊन दाखवीत असे. या पद्यांमध्यें श्रीकृष्णलीलांचें वर्णन आहे त्यामुळें हीं पद्यें भक्तिमार्गाचा प्रसार करणाऱ्या हिंदुस्थानांतील अनेक गवयांच्या तोंडून ऐकावयास मिळतात. या ग्रंथांतील प्रत्येक पद्यावर राग व ताल यांचीं नांवें दिलेलीं आहेत, तथापि त्यांचा बोध आजच्या हिंदुस्थानांतील संगीतज्ञांस होत नाहीं. त्यावेळीं या पद्यांनां प्रबंध असें म्हणत असत.

गीतगोविंद ग्रंथांतील पद्यरचना फारच मनोहर आहे. ही गोष्ट सर एड्विन अर्नोल्ड यांनीं केलेल्या त्याच्या इंग्रजी भाषांतरावरून (दि इंडियन सॉंग ऑफ सॉंग्ज) यूरोपीयांस परिचित झाली आहे. या पद्यांत राधेनें श्रीकृष्णाचा धांवा केलेला असून तिनें त्यांत आपलीं सुखदुःखें निवेदन केलेलीं आहेत आणि उलट श्रीकृष्णानें तिला आपल्या प्रेमाबद्दल आश्वासन दिलेलें आहे.

शारंगदेव व त्याचा संगीतरत्नाकर.—आतां प्राचीन हिंदी संगीत शास्त्रज्ञांपैकीं सर्वांत श्रेष्ठ संगीतज्ञाबद्दल माहिती देऊं. याचें नांव शारंगदेव. याच्याबद्दल हिंदी संगीतज्ञांच्या मनांत पूर्ण आदर वास करीत आहे. हा १३ व्या शतकाच्या पूर्वार्धांत (इ. स. १२१० ते १२४७) दक्षिणेंतील देवगिरीच्या यादव राजांच्या दरबारीं होऊन गेला. हेमाद्रीच्या व्रतखंडावरून लोक विलासी झाले होते असा सिद्धांत राजवाडे ज्या कालस्थलाविषयीं काढतात तोच काल व तेंच स्थळ शारंगदेवाचें. त्या वेळीं यादवांच्या मराठी साम्राज्याचा विस्तार दक्षिणेंत कावेरी नदीपर्यंत पसरलेला होता आणि त्यामुळें उत्तरेकडील व दक्षिणेकडील अशा दोन्ही संगीत पद्धतींशीं शारंगदेवाचा परिचय झाला असावा. कारण, त्याच्या संगीतरत्नाकर नामक ग्रंथांत याबद्दल बराच पुरावा आढळतो. या दोन्हीं पद्धतींच्या मुळाशीं असलेलीं शास्त्रीय तत्त्वें देण्याचा त्यानें प्रयत्न केला असावा असें दिसतें. त्यामुळें या पुस्तकांत कोणत्या पद्धतीचें वर्णन केलेलें आहे याबद्दल आणि त्यांत वर्णन केलेल्या रागांच्या स्वरूपाबद्दल वाद विवाद उत्पन्न झालेला आहे. या रागांबद्दल आज कोणाहि विद्वानाला पूर्ण समाधानकारक असा खुलासा करतां येत नाहीं. या ग्रंथांत पद्यांची रचना आणि प्रकार यांबद्दल परिपूर्ण माहिती दिली आहे, आणि प्राचीन संगीत शास्त्रीय उपपत्तीबद्दल विस्तृत विवेचन केलेलें आहे. शिवाय या ग्रंथांत आद्य भरत मुनि आणि ग्रंथकर्ता यांच्या दरम्यानच्या काळांत होऊन गेलेल्या अनेक संगीत ग्रंथकारांचा नामनिर्देश केलेला आहे. शारंगदेवाचा शुद्ध राग मुखारी हा होय. यालाच आधुनिक नांव कनकांगी असें आहे. प्रचलित कर्नाटक संगीत पद्धतींत यालाच शुद्ध राग समजतात.

चौदावें व पंधरावें शतक.—उत्तरहिंदुस्थानाकडील संगीत पद्धतीच्या प्रगतीच्या इतिहासांत १४वें १५वें हीं दोन शतकें अत्यंत महत्त्वाचीं होत. हा काल मुसुलमानी अमदानीचा होता, व पुष्कळ मुसुलमान बादशहांच्या पदरीं चांगले संगीतज्ञ असून त्यांच्यामुळें संगीताच्या प्रसारास पुष्कळच मदत झालेली आहे. या वेळेपासून हिंदी संगीतांत इराणी तऱ्हेचा प्रवेश झाला आणि त्यामुळें उत्तर व दक्षिण संगीत पद्धतींत निश्चित स्वरूपाचा फरक दिसूं लागला. सुलतान अल्लाउद्दीनाचे दरबारीं अमीर खुसरू नांवाचा सुप्रसिद्ध संगीतज्ञ होता. तो कवि आणि संगीतज्ञ असून शिवाय लढवय्या आणि मुत्सद्दीहि होता. त्यानें दोघां सुलतानांच्या कारकीर्दींत मंत्र्याचें काम केलें होतें. संगीतांत कवाली म्हणून हिंदी आणि इराणी या दोन पद्धतींतून निघालेली एक मिश्रपद्धति आहे ती यानें सुरू केली आणि अर्वाचीन रागांपैकीं कित्येक यानें प्रचारांत आणले. वीणा-नामक वाद्यांत सुधारणा करून बनविलेलें सतार हें वाद्य प्रथम यानेंच सुरू केलें. हा अमीर खुसरू आणि विजापूरच्या दरबारचा एक संगीतज्ञ गोपाळ नाईक या दोघांमधील सामन्याबद्दल एक गोष्ट प्रसिद्ध आहे. एकदां गोपाळ हा सुलतानाच्या दरबारीं एक सुंदर पद्य गाऊन दाखवीत असतां अमीर खुसरु हा राजाच्या सिंहासनाखालीं लपून बसला होता आणि गोपाळाचें गाणें संपल्यानंतर त्यानें गोपाळानें म्हटलेल्या रागांतील पद्यें त्याच्या इतकींच नव्हे तर त्याहूनहि अधिक सरस रीतीनें म्हणून दाखविलीं. मुसुलमानी इतिहासकार असें सांगतात कीं, दक्षिण हिंदुस्थान जिंकून परत जातांना त्यांनीं दक्षिण हिंदुस्थानांतील बरेच सुप्रसिद्ध गवयीहि आपल्या बरोबर नेले. या गवयांप्रमाणें दक्षिणेंतील उत्तम कारागीर व शिल्पकारहि आपल्या नव्या इमारती बांधण्याकरितां उत्तर हिंदुस्थानांत नेले होते.

लोचन.—लोचन कवीकृत रागतरंगिणी हा ग्रंथहि याच काळांतला होय. या ग्रंथांतला बराचसा भाग विद्यापति नामक कवीनें केलेल्या पद्यांच्या चर्चेला दिलेला आहे. विद्यापति हा कवि पंधराव्या शतकांत तिऱ्हुतचा राजा शिवसिंग याच्या दरबारीं प्रसिद्धि पावलेला होता. लोचनकवीनें तत्कालीं प्रचलित असलेल्या अनेक संगीत पद्धतींचें वर्णन केलेलें आहे. आणि एकंदर राग बारा थाटांमध्यें बसवून दाखविले आहेत.

उत्तर हिंदुस्थान आणि बंगाल यांमध्ये चैतन्य नामक साधूच्या (इ. स. १४८२- १५३३) प्रयत्नानें भक्तिपंथाचा प्रसार झाला. त्याबरोबर संगीत कलेलाहि बरेंच चालन मिळालें, आणि त्याच वेळीं संकीर्तन आणि नगर कीर्तन हे प्रकार प्रथम प्रचारांत आले.

तानसेन.—दिल्लीचा बादशहा अकबर हा संगीताचा मोठा शोकी होता आणि त्याच्या प्रगतीकरतां त्यानें पुष्कळ प्रयत्नहि केले. त्याच्या कारकीर्दींत बाह्य संगीताचा परिणाम होऊन देशी रागांमध्यें बरेच फेरफार झाले. यांपैकीं कांहीं फेरफारांमुळें प्रचलित पद्धतींत बरेंच अतिक्रमणें झालें. तरी एकंदरींत यामुळें उत्तर हिंदुस्थानांतील संगीत पद्धतीचा बराच फायदा झाला आणि तिच्यांत आल्हाददायक अशा कांहीं नव्या गोष्टी शिरल्या. दरबारी संगीत म्हणून ज्याला म्हणतात तें अकबराच्या कारकीर्दींतच सुरू झालें आणि देवालयांतील व नाट्यांतील संगीताबरोबर याचीहि वाढ झाली. अकबर बादशहाच्या कारकीर्दींत यमुना नदीच्या कांठच्या वृंदावन या श्रीकृष्णपंथी लोकांच्या प्रमुख क्षेत्रांत हरिदास स्वामी या नांवाचा एक महान् हिंदु साधु आणि संगीतज्ञ राहात असे. तो तत्कालीन संगीतज्ञांपैकीं सर्वांत श्रेष्ठ म्हणून गणला जात असे. अकबराच्या दरबारांतला सुप्रसिद्ध गवई तान-

सेन ह्याच्या शिष्यवर्गापैकीं होता. या तानसेनाचा लौकिक हिंदुस्थानांत चोहोंकडे ऐकूं येतो व त्याच्या संबंधीं बऱ्याच मनोरंजक गोष्टी प्रचलित आहेत. तानसेनासारखा गवई हजार वर्षांतहि झाला नाहीं असें म्हणतात. तानसेनासंबंधाची एक गोष्ट अशी सांगतात कीं, एके दिवशीं बादशहानें त्याचें गाणें ऐकल्यावर त्यास विचारलें "तुझ्यासारखा गवई साऱ्या जगांत तरी मिळेल काय ?" त्यावर तानसेनानें उत्तर दिलें "माझ्यापेक्षां फारच वरचढ असा एक गवई आहे." तेव्हां बादशहानें त्याचें गाणें ऐकण्याची अत्यंत उत्कंठा प्रदर्शित केली. तेव्हां त्याला असें सांगण्यांत आलें कीं दरबारांत येण्याबद्दल खुद्द बादशहाचा हुकुम झाला तरी तो मानणार नाहीं. तेव्हां अकबरानें नाइलाजास्तव स्वतःच त्याचेकडे जाण्याचें ठरविलें आणि तानसेनाच्या एका हलक्या वाद्यवाहकाचा पोषाख करून बादशहा त्याचेकडे गेला. हरिदासस्वामीच्या यमुना नदीच्या कांठावर असलेल्या मठांत आल्यावर तानसेनानें आपल्या गुरूस गाण्याबद्दल विनंति केली; परंतु तें त्यानें साफ नाकारलें. तेव्हां तानसेनानें एक युक्ति योजिली. ती ही कीं, त्यानें आपल्या गुरूसमोर स्वतः गावयास सुरुवात केली. आणि गातांना मुद्दामच कांहीं चूक केली. त्याबरोबर त्या चुकीकडे त्याच्या गुरूचें लक्ष जाऊन त्यानें तें गीत बरोबर म्हणून दाखविलें. अशा रीतीनें आरंभ झाल्यावर त्यानें पुढें इतकें बहारीचें गायन केलें कीं, बादशहा अगदीं तल्लीन होऊन गेला. नंतर तेथून परत राजवाड्याकडे जात असतां बादशहा तानसेनास म्हणाला, "तुला असें कां गातां येत नाहीं!" तेव्हां तानसेनानें उत्तर दिलें, "मला सरकार जेव्हां आज्ञा करतात तेव्हां गावें लागतें व माझे गुरूजी त्यांनां अंतःस्फूर्ति होईल तेव्हांच गातात, त्यामुळें असा फरक पडतो."

अकबराच्या दरबारांतील मंत्री ग्वाल्हेरचा राजा मानसिंग हाहि संगीताचा मोठा आश्रयदाता होता. ध्रुपदाची पद्धति त्यानेंच प्रचारांत आणली असें म्हणतात. ग्वाल्हेर दरबारची ही संगीताबद्दलची ख्याति अद्यापहि चालू आहे.

तानसेनाच्या अनुयायांचे दोन वर्ग–रबाबियर व बीनकार.–तानसेनाच्या अनुयायांचे पुढें दोन वर्ग पडले. एक वर्ग रबाबियर यांचा व दुसरा वर्ग बीनकार यांचा. यांपैकीं पहिल्या वर्गानें तानसेनानें नवीन तयार केलेलें "रबाब" नांवाचें वाद्य प्रचलित केलें आणि दुसरा वर्ग वीणा उर्फ बीन या वाद्याचा उपयोग करीत असे. या दोन्ही पंथांचे अनुयायी आजहि रामपूर येथें अस्तित्वांत आहेत. रामपूर हें संस्थानहि बरींच शतकें उत्तम संगीतज्ञांबद्दल प्रसिद्ध आहे. बीनकार पंथाचा आजचा प्रतिनिधि महंमद वजीरखान हा असून त्याचा एक पूर्वज नबीखान बीनकार महमदशहा बादशहाच्या पदरीं होता. महमद अल्लीखान हा रबाबियर पंथाचा आजचा प्रतिनिधि आहे. उदेपूर घराण्यांतील राजाची बायको साध्वी मिराबाई ही सुप्रसिद्ध कवयत्री व संगीतज्ञ होती. मिराबाईविषयीं एक बाष्कळ कथा प्रचलित आहे. तिला कुंभाची बायको म्हणजे राणा संगाची आजी समजतात आणि तिचें गायन अकबरास ऐकवितात. ही मिराबाई आणि हिंदी रामायणाचा कर्ता तुळसीदास हे उत्तर हिंदुस्थानांतील संगीताच्या ज्ञानाचे प्रतिनिधी होते.

पुंडरीक विठ्ठल व त्याचे ग्रंथ.—पुंडरीक विठ्ठल हा आणखी एक सुप्रसिद्ध गवई अकबराच्या कारकीर्दींतच होऊन गेला असावा. तो खानदेशांतील बऱ्हाणपूर येथें रहात असे. त्याला इ.स.१५९९मध्यें अकबरानें दिल्लीस बोलावून नेलें होतें असें दिसतें. पुंडरीकानें षड्रागचंद्रोदय, रागमाला, रागमंजरी आणि नर्तननिर्णय हे चार ग्रंथ लिहिले. हे चारहि ग्रंथ अलीकडे बिकानेर येथील स्टेटलायब्ररींत शोधून काढण्यांत आले आहेत. पुंडरीकाच्या काळाच्या सुमारास उत्तर हिंदुस्थानांतील संगीत पद्धतीमध्यें बराच घोटाळा माजत चालला होता व त्यामुळें राजा बुऱ्हाणखान यानें पुंडरीकाला संगीतपद्धतीला नीट शिस्त लावण्यास सांगितलें. यासाठीं पुंडरीकानें उत्तर व दक्षिण, या दोन्ही पद्धतींचा अभ्यास केला. त्यानें आपल्या ग्रंथांत दक्षिणेंतील शुद्ध रागपद्धति स्वीकारिली आणि उत्तरेकडील बऱ्याच रागांचें वर्णन केलें. त्यानें रागांचें वर्णन करतांना एका सप्तकांत १४ श्रुतींचा उपयोग केलेला आहे. पण आपल्या वीण्याला फक्त १२ पडदे वापरलेले आहेत.

रामअमात्याचा स्वरमेलकलानिधि.—रामअमात्य या दक्षिणेंतील संगीतज्ञानें इ. स.१२५०च्या सुमारास लिहिलेल्या आपल्या स्वरमेलकलानिधि या ग्रंथांत दक्षिणेंतील संगीतपद्धतीचें सविस्तर वर्णन केलेलें आहे. दक्षिणी पद्धतीसंबंधानें लिहिणारा हा पहिलाच ग्रंथकार होय. हिंदुस्थानांतील राग ज्यांत एकत्र करून त्यांचें नीट वर्णन केलेलें आहे असा हा पहिलाच ग्रंथ आहे. हे राग कर्नाटक पद्धतींतील असून ते सर्व षड्जांत बसविलेले आहेत. निदान दक्षिणेंत तरी हल्लीं सर्व राग एका विशिष्ट स्वरापासून आरंभ करून बसविलेले आहेत; आणि यावरून तिकडे वाद्यसंगीताची पुष्कळच वाढ झालेली आहे असें स्पष्ट दिसतें.

सोमनाथपंडिताचा रागविबोध.— रागविबोध हा हिंदी संगीतशास्त्रावरील महत्त्वाचा ग्रंथ इ. स. १६०९ मध्यें सोमनाथ या पूर्वकिनाऱ्यावरील राजमहेंद्री येथील तेलगू ब्राह्मणपंडितानें लिहिलेला आहे, हा स्वतः गाणारा असून विद्वान् संगीतज्ञ आणि कवीहि होता. याचा ग्रंथ आर्यावृत्तामध्यें लिहिलेला आहे. या ग्रंथांत स्वरांच्या उपत्तीपासून आरंभ करून, पुढें अस्तित्वांत असलेल्या निरनिराळ्या वीणांचें वर्णन देऊन त्यांचा उपयोग कसा करावा हें सांगितलें आहे. तसेंच बावीस श्रुतींचीं नांवें व त्यांचीं स्थानेंहि त्यांत दिलेलीं आहेत. सोमनाथ हा दक्षिण संगीतपद्धतींतला असून त्यानें रागाचे जनक आणि जन्य असे दोन प्रकार केले आहेत. हल्लीं दक्षिण हिंदुस्थानांतील संगीतांत असेच प्रकार करतात. रागापासून निघालेल्या अनेक रागिण्याहि या ग्रंथांत दिलेल्या आहेत.

वेंकट मखीची चतुर्दंडीप्रकाशिकाः—या सुमाराचा दक्षिण संगीत पद्धतीवरील ग्रंथ पंडीत वेंकट मखी यानें लिहिलेला चतुर्दंडीप्रकाशिका हा होय. हा पंडीत गोविंद दीक्षिताचा पुत्र व तानप्पाचार्यांचा शिष्य होता. याची गुरुपरंपरा मागें शारंगदेवापर्यंत लागलेली आहे. या ग्रंथांत प्रचलित दक्षिण संगीत पद्धतीचा मूळ आधार दिलेला असून रागांचेंहि वर्गीकरण दिलें आहे. यांत मूळ राग ७२ दिले असून त्यांना मेलकर्त असें नांव आहे. दुसरे अनेक अन्य रागहि त्यांत दिले आहेत. या ग्रंथकारानें रागांचें वर्णन करतांना कोमल स्वरांचा उपयोग केलेला आहे.

उत्तरेकडील संगीतपद्धति—दामोदरमिश्राचा संगीतदर्पण.—उत्तरेकडील संगीतपद्धतीवर जहांगीर बादशाहाच्या कारकीर्दींत इ. स. १६२५ च्या सुमारास दामोदर मिश्र यानें लिहिलेला संगीतदर्पण या नांवाचा ग्रंथ आहे. या ग्रंथकर्त्यानें आपल्या ग्रंथांत संगीतरत्नाकर या ग्रंथांतील स्वरांसंबंधींच्या प्रकरणांतून बरेच उतारे घेतलेले आहेत. परंतु संगीतरत्नाकराप्रमाणेंच हा ग्रंथ दुर्बोध झालेला आहे. राग या विषयावर दुसऱ्या एका अप्रसिद्ध ग्रंथकाराच्या ग्रंथांतून उतारे घेतलेले आहेत. या ग्रंथांत निरनिराळ्या रागांचीं चित्रें दिलीं आहेत.

शहाजहानच्या कारकीर्दींतील संगीताची चहा.—शहाजहान बादशहाच्या (१६२८–६६) दरबारीं जे अनेक चांगले चांगले गवई होते त्यांत जगन्नाथ हा एक होता. त्याला कविराज ही पदवी मिळाली होती. त्याच दरबारांत दुसरा एक गवई तानसेनाचा वंशज लालखान हा होता. अशी एक गोष्ट सांगतात कीं, एकदां जगन्नाथ व दुसरा एक गवई दिरंगखान यांजवर खुष होऊन बादशहानें त्यांनां त्यांची रौप्यतुला करून तिची किंमत म्हणून ४५०० रुपये दिले.

अवरंगजेबाच्या कारकीर्दींत संगीताची निराश्रितावस्था.—अवरंगजेब बादशाहाच्या वेळीं संगीताला दरबारांतून अर्धचंद्र मिळाला. त्या संबंधाची अशी एक गोष्ट सांगतात कीं, त्या वेळच्या गवयांनीं आपल्या दुःस्थितीकडे बादशहाचें लक्ष वेधण्यासाठीं त्याच्या सज्ज्यावरून एक उत्तम शृंगारलेलें प्रेत तिरडीवर घालून प्रेतयात्रेच्या वेळीं म्हणावयाचीं गाणीं मोठमोठ्यानें सुरांत म्हणत नेलें. बादशहानें त्यासंबंधीं चौकशी केली. तेव्हां त्याला असें सांगण्यांत आलें कीं, त्याची खपामर्जी झाल्यामुळें संगीतकला निराश्रित होऊन मरण पावली आहे. व तिचें प्रेत पुरण्याकरितां नेत आहेत. तें ऐकून बादशहानें एकदम उत्तर केलें, "फार उत्तम! आतां तिला चांगली खोल पुरून तिचा स्वर किंवा प्रतिध्वनि कांहींहि ऐकूं येणार नाहीं अशी व्यवस्था करा."

अहोबलाचा संगीतपरिजात ग्रंथ.—१७ व्या शतकांत अहोबल पंडितानें संगीतपरिजात या नांवाचा उत्तरेकडील संगीत पद्धतीवर महत्त्वाचा ग्रंथ लिहिला. त्याचें १७२४ मध्यें पर्शियन भाषेंत भाषांतर झालें. अहोबलाला रागतरंगिणी आणि रागविबोध हे दोन्ही ग्रंथ अवगत होते असें दिसतें. पारिजात ग्रंथांतील शुद्धस्वरसप्तक तरंगिणी ग्रंथांतल्यासारखेंच आहे. अहोबलानें एका सप्तकांत एकंदर २८ श्रुती असतात असें मानलें आहे. परंतु रागांचें वर्णन करतांना तो बारांपेक्षां अधिक श्रुतींचा उपयोग क्वचितच करतो. त्यानें एकंदर १२२ निरनिराळे राग दिले आहेत. १२ स्वरांचें वर्णन वीणावाद्याच्या तारांच्या लांबीच्या प्रमाणांत देणारें पारिजात हें पहिलेंच पुस्तक होय. यामुळें अहोबल जसे स्वर काढीत असे तसे आजहि आपणांस काढतां येतात.

भवभट्ट.—यानंतरचा महत्त्वाचा ग्रंथकार भवभट्ट हा होय. अनुपसिंह नांवाच्या एका राजाच्या दरबारीं हा होता. त्याचें घराणें माळव्यांतील आभीर प्रांतांतलें असून त्याचा बाप जनार्दनभट्ट, शहाजहानाच्या दरबारीं गवई होता. शहाजहानानें 'कविराज अशी पदवी ज्याला दिली तो जगन्नाथ हाच असावा असें रे. पापले यांस वाटतें; हें घराणें मूळ दक्षिणेकडे असावें असें यास वाटतें. कारण भवभट्ट याला दक्षिणेकडील संगीतपद्धतीची बरीच माहिती होती असें दिसतें. त्यानें सर्व रागांचें २० थाटांमध्यें वर्गीकरण केलें आहे; आणि त्याचें शुद्धसप्तक कनकांगी हेंच आहे. कनकांगी हें दक्षिणेकडील शुद्धस्वरसप्तक होय हें वर दिलेंच आहे. भवभट्टानें उत्तरेकडील राग दक्षिणेकडील संगीतपद्धतींत बसविण्याचा प्रयत्न केला आहे.

याच सुमारास पुरंदर विठ्ठल यानें कानडी भाषेंत पुष्कळ सुंदर पद्यें लिहिलीं. तीं आज संगीताचे विद्यार्थी आरंभीं म्हणावयास शिकत असतात.

मोंगलाईच्या अखेरच्या काळांतलें संगीत.—शौरींद्र मोहन ठाकूर (सर एस्. एम्. टागोर) यांच्या मताप्रमाणें, ज्याच्या दरबारीं चांगले उत्तम गवई होते असा शेवटचा बादशहा महमदशहा हाच होय. त्याच्या पदरीं आदरंग आणि सादरंग हे दोन सुप्रसिद्ध वीनकार होते. याच काळांत शोरी या गवयानें 'टप्पा' हें हिंदुस्थानी पद्धतींतील गाणें पूर्णपणें सुधारलें. याशिवाय कांहीं नवीन पद्धतींचींहि गाणीं या वेळीं प्रचारांत आलीं. तीं हिंदी आणि पर्शियन या दोन पद्धतींच्या मिश्रणानें तयार झालेलीं होतीं.

ब्रिटिश अमदानींतील संगीताचा न्हास.—ब्रिटिश आमदानीच्या आरंभींच्या काळांत हिंदी संगीतकला कांहीं प्रमुख हिंदी संस्थानिकांच्या दरबारामध्येंच कायती आश्रयाला होती. कारण, ब्रिटिश मुलखांतील यूरोपियन अधिकाऱ्यांनां हिंदी संगीत शास्त्रहीन आणि रानटी प्रकारचें वाटत असे. तथापि सर वुल्यम जोन्स व सर डल्यू औसले यांच्या सारखे कांहीं विद्वान आणि कॅपटन् डे व कॅपटन् विलर्ड यांच्या सारख्या कांहीं संगीतप्रेमी लोकांनीं हिंदी संगीताचा बराच अभ्यास केला होता. मुंबई इलाख्यांत क्लेमं-

ट्स यांचें नांव यूरोपीय अभ्यासकांत प्रामुख्यानें घालतां येईल. इंग्लंडमध्यें भारतीय संगीतासंबंधानें ज्यांनीं माहिती पसरविली त्यांत मि. फाक्स स्ट्रांगवेज, आणि मिसेस म्यान (मिस माड म्याकार्थी) यांच्या नांवांचा निर्देश केला पाहिजे.

तंजावरची धुगधुगी.—दक्षिण हिंदुस्थानांत तंजावरचा मराठा राजा तुळजाजी (इ. स. १७६३ ते १७८७) यानें जमिनी व इतर इनामें देऊन संगीतज्ञांनां उत्तेजन दिलें. त्यामुळें त्याच्या दरबारीं सर्व हिंदुस्थानांतील गवई येत असत; आणि तंजावर हें हिंदुस्थानांतील संगीतकलेच्या उत्कर्षाचें एक प्रमुख स्थान बनलें. या मराठी राजानें 'संगीतसारामृतम्' या नांवाचा एक प्रबंधहि लिहिला आहे. तंजावरच्या मराठी राजांनीं नाटकें करण्याकडेहि लक्ष घातलें होतें.

इ. स. १८१३ मध्यें पाटणा येथील महंमद रेझा नांवाच्या एका सरदारानें 'नागमत-ई-असफी' या नांवाचा उत्तरेकडील संगीतावर एक टीकात्मक ग्रंथ लिहिला. त्यानें उत्तरेकडील निरनिराळ्या वर्गीकरणपद्धती आणि राग, रागिणी, पुत्र इत्यादि त्यांचा आधार हीं दोन्ही निरुपयोगी ठरविलीं. त्यानें आपली स्वतःची एक नवीनच पद्धति पुढें मांडली व त्यांत निरनिराळे परस्परसदृश राग एकत्र केले. बिलावल स्वरमेलास शुद्ध स्वरसप्तक मानणारा ह्याच पहिला महत्त्वाचा ग्रंथ होय. आज उत्तर हिंदुस्थानांत हेंच शुद्ध स्वरसप्तक प्रचारांत आहे. तसेंच हल्लींच्या हिंदुस्थानी गवयांस त्याचींच रागांचीं लक्षणें उपयोगीं पडतात असें म्हणतात.

संगीतसार.—या सुमारास जयपूरचा महाराजा प्रतापसिंह (इ. स. १७७९ ते १८०४) यानें संगीतशास्त्रांतील तज्ज्ञांची आणि गवयांची जयपूर येथें मोठी सभा भरवून हिंदुस्थानी संगीतावर एक चांगला प्रमाणभूत ग्रंथ लिहिण्याचें काम हातीं घेतलें. अशा रीतीनें तयार झालेला ग्रंथ संगीतसार या नांवानें प्रसिद्ध आहे. हा ग्रंथ लिहिण्याचें काम उत्तम विद्वानांकडून झालें असल्याचें दिसत नाहीं. तथापि प्रचलित संगीतपद्धतीसंबंधानें अनेक गवयांचीं मतें त्यांत संग्रहीत केलीं असून त्याचा भविष्य काळीं आधारादाखल उपयोग होण्यासारखा आहे. या ग्रंथांतहि 'बीलावल' स्वरमेल हेंच शुद्ध स्वरसप्तक मानलें आहे. कारण त्या वेळीं हिंदुस्थानी संगीतपद्धतींत हें शुद्ध स्वरसप्तक मान्य झालेलें होतें असें दिसतें.

१८४२ मध्यें कलकत्ता येथें प्रसिद्ध झालेल्या कृष्णानंद व्यासकृत संगीतरागकल्पद्रुम या ग्रंथांत हिंदी संगीतांतील उत्तम निवडक पद्यें एकत्र केलीं आहेत.

ह्या सर्व ग्रंथकारांनीं संस्कृतांतील सा री ग म प ध नी याच स्वरलेखनपद्धतीचा उपयोग केलेला आहे; आणि हीच पद्धति ह्या ग्रंथांत आधारभूत म्हणून घेतली आहे.

त्यागराज.—याप्रमाणें उत्तर हिंदुस्थानांतील संगीतपद्धतीहि नव्या तत्त्वावर वर्गीकरण करण्याचा प्रयत्न करीत होती. त्या वेळीं दक्षिणेंत नवीं नवीं पद्यें रचण्याचें काम पुढें चालू होतें. तंजावर हें हिंदुस्थानांतील संगीतकलेचें एक प्रमुख ठिकाण होतें. येथेंच त्यागय्या अथवा त्यागराज (१८०० ते १८५०) या विख्यात गवई व कवीनें अनेक पद्यें स्वतः रचून तीं म्हणून दाखविण्याचा क्रम चालविला होता. त्यामुळें त्याच्या जवळ शिष्यवर्गहि बराच जमला; व या शिष्यांनीं त्याची पद्धति अद्याप चालू ठेविली आहे. त्यानें केलेली सुंदर कृती व कीर्तनें अद्यापहि दक्षिणेंत सर्वत्र गाइलीं जातात. तो स्वतः उत्तम दर्जाचीं पद्यें रचीत असे; आणि या त्याच्या पद्यांनीं दक्षिण हिंदुस्थानांतील संगीताच्या प्रगतीला चांगली मदत केली. हा त्यागय्या चांगला उंच सडपातळ आणि वर्णानें निमगोरा असा इसम होता, असें त्याला प्रत्यक्ष पाहिलेले लोक सांगतात. त्याचा स्वभावहि पूर्ण निस्वार्थी व प्रामाणिक होता. त्याला लोकांत चांगला मान मिळत असे. त्याचा बाप रामब्राह्मण हाहि साधारण बरीं पद्यें रचीत असे. अशी दंतकथा आहे कीं, नारद ऋषींनीं स्वतः येऊन त्यागराजाला स्वरार्णव नांवाचा ग्रंथ दिला. याचा गुरु संथी वेंकट रामन् हा होता. धार्मिक बुद्धि आणि संगीताची आवड हीं दोन्ही त्याच्या ठिकाणीं एकत्र वास करीत असल्यामुळें त्याचीं पद्यें पूर्ण भक्तिरसमय असत. हीं पद्यें तो एकादशीच्या दिवशींच सर्व दिवस उपोषण करून रचीत असे असें म्हणतात. त्यागराजानें संगीती म्हणून एक पद्यांचा नवा प्रकार सुरु केला. मूळ रागांत कांहीं विषेश फरक करून हीं पद्यें तयार केलेलीं असत. ह्या नव्या भिन्न पद्यांत मूळ रागाचीं महत्त्वाचीं लक्षणें कायम ठेऊन त्यांत कांहीं नव्या-नव्या सुधारणा केलेल्या असत. ह्या सर्व पद्यांत नवीनपणा हा प्रमुख गुण होता.

त्यागराजाचे समकालीन.—गोविंद मारर हा याच काळांतला दक्षिण हिंदुस्थानांतील एक सुप्रसिद्ध संगीतज्ञ होता. तो संगीतकलेच्या दीर्घकालीन परंपरेचें माहेरघर असलेलें जें तंजावर संस्थान तेथला रहिवाशी होता. गोविंद मारर याला षट्काल गोविंद असेंहि म्हणत असत. कारण तो संगीताचीं पद्यें षट्कालांत म्हणत असे. त्याच्या आणि त्यागराजाच्या भेटीसंबंधानें एक गोष्ट सांगण्यांत येते. एकदां त्यागराज आणि इतर संगीतज्ञ आपल्या गुरूपाशीं एकत्र बसून 'पतुवराली' रागांत पल्लवी (कोरस) म्हणत होते. त्या वेळीं गोविंदानें आपला स्वतःचा सात तारा असलेला तंबुरा घेऊन ती षट्काल (सेक्स्टुपल) तालांत म्हणून दाखविली तें ऐकून त्यागराजाला इतकें आश्चर्य वाटलें कीं, त्यानें त्याला गोविंदस्वामी असें नांव दिलें व त्याच्या सन्मानार्थ एक नवें पद्य रचिलें.

मुत्तुस्वामी दीक्षित आणि शामशास्त्री हे दोघे संगीतज्ञ त्यागराजाशीं समकालीन होऊन गेले. यांपैकीं पहिला तिनवेल्ली जिल्ह्यांतला असून त्यानें हिंदी स्वरलेखनाची एक नवीनच पद्धति शोधून काढली. या पद्धतींत प्रत्येक स्वराच्या

निरनिराळ्या विकृति दर्शविण्याकरितां निरनिराळे स्वर वापरले आहेत. एक्कियापुरम् सूब्राम दीक्षित हा ह्याचा नातू होता. यानेंहि तेलगू भाषेंत दक्षिणेकडील संगीतपद्धतींवर एक महत्त्वाचा ग्रंथ लिहून त्यांत शारंगदेवाचीं तत्त्वें आधुनिक संगीताला लावण्याचा प्रयत्न केला आहे.

अर्वाचीन संगीतज्ञ व संगीत संस्था.—कोचीन आणि त्रावणकोर या संस्थानांचे वरेच राजे आणि युवराज चांगले संगीतज्ञ होते. त्यांत पेरुमाल महाराज हा अत्यंत प्रसिद्ध होता. त्याचीं पद्यें संस्कृत, तामीळ, तेलगू, मलयालम्, हिंदुस्थानी, मराठी, इतक्या सहा भाषांत आहेत.

बंगालमध्यें १९ व्या शतकाच्या उत्तरार्धात सर एस्. एम्. ठाकोर यानें संगीतावर वरेच महत्त्वाचे ग्रंथ लिहिले. त्याचा 'युनिव्हर्सल हिस्ट्री ऑफ म्यूझिक' हा ग्रंथ बराचसा उपयुक्त आहे. टागोरसुद्धां इतर अनेक बंगाली पंडितांनीं रागांकरितां जुनें हिंदुस्थानी राग-रागिणी-पुत्र हेंच वर्गीकरण मान्य केलें आहे.

डॉ. रवींद्रनाथ टागोर हे सर एस्. एम्. टागोर यांचेच नातलग असून त्यांनीं बंगाल्यांतील संगीतावर बराच महत्त्वाचा परिणाम घडवून आणला आहे. त्यांनीं बंगाली संगीतांतला जुना क्षुण्ण मार्ग सोडून देऊन आपल्या रागांना कांहीं नवीनच दिशा लावली आहे. त्यांच्या पद्यांत संगीत आणि काव्य या दोन्ही दृष्टींनीं कित्येक अलौकिक गुण आढळतात. त्यामुळें त्यांची सर्व बंगालभर प्रसिद्धि झाली आहे.

हिंदुस्थानांतील राजेरजवाड्यांचे पदरीं अद्यापहि पुष्कळ प्रसिद्ध गवई असलेले आढळतात. परंतु दुर्दैवानें यांपैकीं पुष्कळसे राग आणि रागिणी यांच्या बाबतींत जुन्या पूर्वपरंपरागत पद्धतीवरच अवलंबून असतात. हिंदुस्थानी संगीतांत सर्वत्र मान्य असलेली अशी एक पद्धति आढळत नाहीं. तथापि अशी एक पद्धति तयार करण्याचा पुष्कळ विद्वानांचा आज प्रयत्न चालू आहे. दक्षिणेकडील संगीतपद्धति या मानानें फारच काळजीपूर्वक तयार केलेली असून तिच्यांत जर कांहीं दोष असेल तर तो अतिवद्धता हा होय. १९ व्या शतकांतल्या अखेरीच्या कांहीं दशकांत हिंदुस्थानांत संगीताचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास करण्याच्या कार्यांत बरीच प्रगति दृष्टीस पडते. या काळांत सर्व हिंदुस्थानभर संगीतशाला व गायनवादनसंस्था पुष्कळच निघाल्या आहेत. आणि आजकाल मुंबई, पुणें, बंगलोर, लाहोर, ग्वालेर, बडोदा, तंजावर, म्हैसूर, त्रिवेंद्रम्, कलकत्ता अशा दूरदूरच्या ठिकाणीं अशा संस्था चालू आहेत. मुंबई येथें चालू असलेलें गांधर्व-महा-विद्यालय हें मूळ लाहोर येथें पंडित विष्णु दिगंबर पलुसकर यांनीं १९०१ मध्यें स्थापन केलें व नंतर १९०८ मध्यें तें मुंबईस आणलें. या विद्यालयाची मोठी सुंदर इमारत हल्लीं सँढर्स्ट रोडवर झाली असून या संस्थेला अनेक महाराजांची व सरकारी अधिकाऱ्यांची मदत आहे. या संस्थेचें वार्षिक उत्पन्न ३० हजारांहून अधिक असून स्त्रीपुरुष मिळून ४० वर अधिक शिक्षक या संस्थेंत काम करीत असतात. येथें गायन व वादन हे दोन्ही विषय शिकविण्यांत येतात. कलकत्ता येथें संगीतसंघ या नांवाची एक संस्था नुकतीच निघाली असून हिंदी व यूरोपीय संगीतपद्धतींचें एकीकरण करण्याचे प्रयोग चालू असतात.

संगीतशास्त्राच्या प्रगतीप्रीत्यर्थ अगदीं अलीकडील महत्त्वाचा प्रयत्न म्हटला म्हणजे अखिल-भारतीय-संगीत परिषदेच्या भरत असलेल्या बैठकी हा होय. या परिषदेची मूळ स्थापना इ. स. १९१६ सालीं बडोद्याचे महाराज यांनीं केली. या प्रयत्नांतूनच पुढें १९१९ सालीं 'ऑल-इंडिया-म्यूझिक अकेडमी' ही संस्था निर्माण झाली. वरील परिषदेच्या बैठकी १९१८ पासून दरसाल भरत असतात. हिंदुस्थानांतील संगीताच्या अभ्यासास उत्तेजन देण्याच्या कामीं आणि हिंदुस्थानी रागांची पद्धतशीर मांडणी करण्याच्या कामीं या परिषदेनें पुष्कळ महत्त्वाची कामगिरी बजाविली आहे. या परिषदेच्या निमित्तानेंच हिंदुस्थानांतल्या अनेक दूरदूरच्या भागांतले संगीत शास्त्रज्ञ आणि गवई एकत्र जमून संगीतासंबंधाच्या प्रश्नांचा ऊहापोह करतात. त्यामुळें अनेक जातीच्या आणि पद्धतींच्या संगीतज्ञांचा विचारविनिमय होऊं शकतो. हिंदुस्थानांतील राग व रागिण्या यांचें योग्य प्रकारचें स्वरलेखन बनविण्याचाहि प्रयत्न चालू आहे. ऑल इंडिया अकेडमीला अनेक प्रमुख हिंदी संस्थानिकांची मदत असून तिला रा. व्ही. एन्. भातखंडे ह्या हिंदी संगीतज्ञाची चांगली मदत आहे. या संस्थेंत संगीतशास्त्रांत नवे नवे शोध लावण्यास लागणारें साहित्य जमाविलें असून संगीतशास्त्रावरील उत्तम निवडक ग्रंथहि तेथें ठेवण्यांत आलेले आहेत. या सर्व साधनांच्या साहाय्यानें सर्व हिंदुस्थानांतील रागांची व्यवस्थित मांडणी करणें आणि सर्व रागिण्यांनां एका पद्धतींत बसवणें हीं कामें करण्याचा या संस्थेचा उद्देश आहे.

स्वर व श्रुति.— आतां आपण स्वर व श्रुति यांच्या कल्पना थोड्याशा स्पष्ट करून घेऊं. कारण स्वर व श्रुति या सर्व संगीतपद्धतींचा पाया होत व निरनिराळ्या संगीत पद्धतींत मूलतः फरक या स्वरांच्या किंमतीचाच असतो. या दोन कल्पना ग्रहण झाल्यानंतर आपण भारतखंडांत प्रचलित असलेल्या पद्धतींतील फरकाचें ज्ञान करून घेऊं व नंतर पाश्चात्य पद्धतींकडे वळूं.

राग हा गायनांतील अत्यंत महत्त्वाचा व रंजनकारी भाग आहे, परंतु तो समजण्यास स्वरांची अत्यंत जरूरी आहे.

श्रुतींची संख्या बावीस व शुद्ध स्वरांची संख्या सात ह्याबद्दल आतां कोणत्याहि ग्रंथांत व ग्रंथकारांत द्विमत नाहीं. ही गोष्ट सर्वांस सारखीच मान्य आहे.

श्रुतीबद्दल विनाकारण गैरसमज होऊं नये म्हणून त्यांबद्दल थोड्यांत माहिती सांगतों. ऐकूं येण्याजोगा, एकापेक्षां दुसरा भिन्न व रंजनकारी असा जो गायनोपयोगी नाद त्याचें नांव श्रुति. असे गायनोपयोगी नाद अथवा श्रुती गायनांत बावीस मानितात. यापेक्षां त्यांत कांहीं गूढ नाहीं.

आतां नाद अथवा श्रुति व स्वर यांमध्यें अंतर काय तें पाहूं. ह्या बावीस नादांपैकीं जितक्या नादांची योजना एखाद्या रागांत केली असेल तितक्या नादांस त्यावेळेपुरती स्वर ही संज्ञा प्राप्त होते. रागांत श्रुति लागल्या म्हणजे त्यांस स्वर ही संज्ञा प्राप्त होते व रिकाम्या असल्या म्हणजे श्रुति. नादास जेव्हां स्वरत्व ही संज्ञा प्राप्त होते त्या वेळीं यासंबंधीं त्याचें नादत्वहि कायम असतें हें सांगणें नकोच. रागाच्या दृष्टीनें त्याला हें नवें नांव प्राप्त होतें इतकेंच. ह्यासंबंधीं बराच गैरसमज दृष्टीस पडतो म्हणून थोडें जास्त विवेचन करणें जरूर वाटलें.

प्रत्येक जुना नवा ग्रंथकार श्रुति बावीस व शुद्ध स्वर सात मानितो हें वर सांगितलेंच आहे. श्रुति म्हणजे काय हेंहि वर सांगितलें. आतां शुद्ध स्वर म्हणजे काय हें सांगतों. ह्या बावीस नादांपैकीं ४, ७, ९, १३, १७, २०, २२, ह्या नंबरचे जे नाद अथवा श्रुति त्यांस ग्रंथकार शुद्धस्वर अशी संज्ञा देतात. त्यांचीं नांवें क्रमानें सा, रे, ग, म, प, ध, नी अशीं आहेत.

प्रत्येक ग्रंथकारानें आपल्या ग्रंथाच्या स्वराध्यायांत शुद्ध स्वर सात, त्यांपेक्षां भिन्न जे ते विकृत असें म्हणून त्यांच्या व्याख्या व त्यांची संख्या सांगितल्या आहेत. विकृत स्वरांत ग्रंथकारांमध्यें मतभेद आहे.

आपल्या स्वरांचें व त्यायोगें आपल्या ग्रंथांचें ज्ञान योग्य व्हावें म्हणून प्रत्येक ग्रंथकारानें आपलीं स्वरस्थानें वीणेवर पडदे बांधून समजावून दिलीं आहेत. येथें एक गोष्ट ध्यानांत ठेवण्याजोगी आहे ती ही कीं, स्वराध्यायांत ग्रंथकार शुद्ध विकृत मिळून कितीहि स्वर सांगो, परंतु वीणेवर मात्र तो शुद्ध विकृत मिळून बाराच स्वर सांगतो; त्याचप्रमाणें रागाध्यायांत राग सांगतांनाहि बाराच स्वरांनीं राग समजावून देतो. ही वहिवाट आज पांचसातशें वर्षांची जुनी आहे. व हीच पद्धति विसाव्या शतकांतील प्रसिद्ध ग्रंथकार चतुरपंडित ह्यानें अंगिकारली आहे.

प्रत्येक ग्रंथकार आपल्या शुद्ध स्वरांची अशी व्याख्या देतो.—

> चतुश्चतुश्चतुश्चैव षड्जमध्यमपंचमाः ।
> द्वे द्वे निषादगांधारौ त्रिस्त्री रिषभधैवतौ ॥
> एते षड्जादयः सप्त स्वराः शुद्धाः प्रकीर्तिताः ॥

हें शुद्ध स्वरांचें लक्षण जर सर्व ग्रंथकारांचें एकसारखें तर त्या शुद्ध स्वरांपासून बनणारा जो राग असेल तो प्रत्येकाचा सारखाच असला पाहिजे. पण वस्तुस्थिति तशी नाहीं, म्हणजे प्रत्येकाचा शुद्ध स्वरांचा राग जमत नाहीं. असें कां व्हावें? चूक कोठें आहे हें पाहणें जरूर आहे.

स्वरांतील भेद.—प्रत्येक ग्रंथकाराच्या शुद्ध स्वरांचीं नांवें जरी एकच असलीं तरी त्याच्या स्वरांच्या ध्वनीमध्यें भिन्नता असली पाहिजे;व तशी जर ती नसेल तर सर्व ग्रंथकारांचे शुद्ध स्वरांचे राग एकसारखेच असले पाहिजे होते, परंतु ते तसे नाहींत हा अनुभव आहे. तेव्हां त्यांच्या स्वरनामांत जरी सादृश्य असलें तरी त्यांच्या ध्वनीमध्यें साम्य नाहीं हें उघड आहे.

इ० सं० १५५० ह्या वर्षीं स्वरमेलकलानिधि ग्रंथ रामामात्य पंडितानें लिहिला. अहोवल पंडितानें सतराव्या शतकाच्या पूर्वार्धांत पारिजात ग्रंथ लिहिला. व चतुर पंडितानें (रा. भातखंडे यांनीं) विसाव्या शतकाच्या प्रारंभीं लक्ष्य संगीत हा ग्रंथ लिहिला. निरनिराळ्या काळाचे हे तीन ग्रंथ आपण नमुन्याकरितां घेऊं. हे तीन ग्रंथकार आपले शुद्ध स्वर सारखेच सांगतात. तेव्हां ह्या प्रत्येकाचा शुद्धस्वरराग दुसऱ्याच्या शुद्ध स्वररागाशीं मिळाला पाहिजे, म्हणजे रामामात्याचा शुद्धस्वरराग मुखारी, पंडित अहोवलाचा शुद्धस्वरराग सैंधव व चतुर पंडिताचा शुद्धस्वरराग बिलावली हे तीन राग एकसारखे कानाला लागले पाहिजेत. पण हे तीन राग निरनिराळे कानाला लागतात हा अनुभव सर्वांनां आहे, तेव्हां ह्यांच्या स्वरांत ध्वनिसाम्य नसलें पाहिजे हें सिद्ध आहे. आतां ह्या सात शुद्ध स्वरांत ध्वनिसाम्य कोणांत आहे व कोणांत नाहीं हें पाहूं.

निरनिराळ्या काळांतील ह्या तीन पंडितांचे सा, म, प, हे तीन शुद्ध स्वर ध्वनिसाम्यानें एक आहेत हें कोणासहि अनुभवानें कबूल करणें भाग आहे. बाकी स्वर राहिले चार रि ग, ध, नि. ह्यांच्यांत तसें ध्वनिसाम्य अर्थात् नाहीं; कारण, ध्वनिसाम्य असतें तर राग जमलेच पाहिजे होते.

पं. रामामात्यानें आपले शुद्ध स्वर वीणेवर कोणत्या पडद्यावर अभिव्यक्त होतात हें वीणाप्रकरणांत स्पष्ट सांगितलें आहे. तशाच प्रकारची वीणा हल्लीं दक्षिणेकडे प्रचारांत आहे. तेव्हां त्या स्वरांच्या किंमती दक्षिणेंत काय आहेत हें पाहिलें म्हणजे पं. रामामात्याचे हे स्वर काय किंमतीचे होते हें सहज कळून येईल. तसेंच, पं. अहोवलानें आपल्या सात शुद्ध स्वरांच्या जागा वीणेवर तारेच्या लांबीनें सांगितल्या आहेत. तेव्हां त्यांच्या किंमती काढणें कठीण नाहीं. त्याच प्रमाणें चतुर पंडितानें आपल्या शुद्ध स्वरांच्या किंमती स्पष्ट आपल्या हिं. सं. पद्धति भाग २ ह्यांत सांगितल्या आहेत.

पाश्चात्य लोकांचा व आपला संबंध आल्यासून त्यांच्या ज्ञानाचा फायदा आपणांस मिळत आहे, त्यांच्याकडे ध्वनिशास्त्रावर अनेक ग्रंथ झाले आहेत; तसेंच, गायनोपयोगी ध्वनिशास्त्र या विषयावरहि ग्रंथ झाले आहेत. तसेंच, त्यांनीं एक यंत्र तयार केलें आहे;त्यास सायरन म्हणतात. त्या यंत्राच्या साहाय्यानें आपणांस आपल्या अपेक्षित ध्वनीच्या

लहरी मोजितां येतात. तसें त्या अपेक्षित स्वरांच्या ध्वनि-लहरी काढिल्या म्हणजे आपणांस तुलनेनें फरक समजून येईल व अपेक्षित कार्य सहज होईल.

स्वरांच्या किंमती.—तेव्हां तिघां पंडितांच्या सात स्वरांचीं प्रमाणें यंत्रसाहाय्यानें आपण काढूं म्हणजे झालें.

सा रे ग म प ध नि.

पं. रामामात्याच्या सात स्वरांच्या
लहरी. २४०, २५६, २७०, ३२०, ३६०, ३८८, ४०५

पं. अहोवलाच्या सात स्वरांच्या
लहरी. २४०, २७०, २८८, ३२०, ३६०, ४०५, ४३२

चतुर पंडिताच्या सात स्वरांच्या
लहरी. २४०, २७०, ३००, ३२०, ३६०, ४०५, ४५०

वरील नादलहरींचीं प्रमाणें तुलनेसाठीं आम्ही घेत आहों; तीं पाश्चात्य यंत्राच्या साहाय्यानें आपणांस मिळत आहेत; तीं जुन्या ग्रंथांत नव्हतीं हें स्पष्ट सांगणें भाग आहे. नाहीं तर आमच्या आर्य पंडितांस नादलहरी ठाऊक होत्या काय असा निराळाच वाद उपस्थित व्हवयाचा!

वरील आंकड्यांकडे नजर टाकिली असतां असें दिसेल कीं, निरनिराळ्या कालांतील तीन पंडितांच्या सा, म, प. ह्या तीन स्वरांत पूर्ण साम्य आहे. रि, ग, ध, नि हीं स्वर-नामें जरी एकच असलीं तरी त्यांच्या ध्वनींत स्पष्ट भेद दिसून येत आहे.

ह्यावरून आपणांस स्पष्ट म्हणतां येइल कीं, पं. रामामात्याचा मुखारी राग, अहोवल पंडिताचा सैंधवी राग व चतुर पंडिताचा विलावली राग अगदीं निराळे आहेत.

वरील विवेचनावरून आपणांस असेंहि स्पष्ट म्हणतां येईल कीं, तीनहि ग्रंथकारांचे रि, ग, ध, नि हे स्वर नांवानें जरी एकच असले तरी प्रमाणानें ते अगदीं निराळे आहेत व ही गोष्ट आपणांस कळल्यावांचून त्यांचे ग्रंथ आपणांस समजणें अशक्य आहे.

भारतीय संगीत पद्धतींतील फरक.—ह्या सर्व गोष्टींवरून आपणांस असा सिद्धांत वांधतां येईल कीं, रि, ग, ध नि ह्या चार स्वरांच्या किंमती अनुक्रमें २५६ २७०, ३८८, ४०५ असतील ते ग्रंथ एका पद्धतीचे समजावे किंवा दुसऱ्या शब्दांनीं असें म्हणूं कीं, ज्या ग्रंथाचा शुद्ध स्वरांचा राग मुखारी अथवा कनकांगी ते सर्व ग्रंथ एकच पद्धति प्रतिपादन करणारे होत. ह्या पद्धतीपैकीं उपलब्ध ग्रंथांत स्वरमेलकलानिधि हा ग्रंथ जुना मानण्यास हरकत नाहीं. ही पद्धति म्हणजे दक्षिण पद्धति असें आपण ह्मणूं, असे दक्षिण पद्धतीचे ग्रंथ आज १०।१५ छापून प्रसिद्ध झाले आहेत. त्याचप्रमाणें रि, ग, ध, नि ह्या चार स्वरांच्या किंमती अनुक्रमें २७०, २८८, ४०५, ४३२ अशा असतील ते ग्रंथ एका पद्धतीचे समजावे; त्यांस आपण उत्तर पद्धतीचे ग्रंथ असें म्हणूं; अथवा दुसऱ्या शब्दांनीं बोलावयाचें तर काफी शुद्ध स्वरमेलाचे ग्रंथ असें म्हणूं. कारण, ह्यांच्या सात स्वरांच्या किंमती हल्लीं ज्या रागाला हिंदुस्थानांत काफी राग मानितात, त्याच्या सात स्वरांच्या किंमतीप्रमाणें आहेत. तेव्हां अहोवलाचा पारिजात ग्रंथ उत्तर पद्धतीचा व त्याचा शुद्ध स्वरमेळ काफी असें म्हणूं. ह्या पद्धतीचे ग्रंथ आज संगीतपारिजातासह पांच छापून प्रसिद्ध झाले आहेत.

चतुर पंडिताच्या शुद्ध सात स्वरांप्रमाणें ज्या ग्रंथाच्या किंमती असतील ते ग्रंथ एका पद्धतीचे होत. त्या शुद्ध स्वरांच्या मेळास आपण विलावल मेळाचे ग्रंथ समजूं. हा ग्रंथ प्रचलित उत्तर पद्धतीचा असें म्हणूं. म्हणजे पं. अहोवल व चतुर पंडित ह्यांमधील भेद स्पष्ट ध्यानांत येईल. अशा रीतीनें संस्कृत ग्रंथांचे तीन वर्ग झाले. मुखारी अगर कनकांगी मेळाचे ग्रंथ, काफी शुद्ध मेळाचे ग्रंथ व विलावली शुद्ध मेळाचे ग्रंथ.

आतां अगदीं अलीकडे ज्या पाश्चात्य संगीत पद्धतीशीं आपला संबंध आला आहे तिची वाढ कशी झाली तें थोडक्यांत पाहूं.

भारतीय व यूरोपीय संगीताचा संबंध मुख्यतः दोन किंवा तीन कालांत येतो. मूलगृहकालीन संगीत कदाचित् एकच असेल;आणि त्यामुळें प्राचीन ग्रीक व प्राचीन भारतीय यांच्या संगीतांत मूलतः सादृश्य असेल. पण त्याविषयीं आज शोध करतां येणें शक्य नाहीं. कां कीं, मंत्रकालीन सामांच्या संगीताची आज आपणांस माहीती नाहीं, तर ज्या राष्ट्राचें वाङ्मयहि वरेंचसें उत्तरकालीन त्यांची प्राचीन संगीत-पद्धति आज आपण कशी आजमावणार. त्या अर्थी याविषयीं आपणांस फारसें लिहितां येत नाहीं. दुसरा काल पायथ्यागोरसचा. पायथ्यागोरसनें सप्तस्वरमालिका हिंदुस्थानांतून किंवा इजिप्तमधून यूरोपांत नेली असा प्राचीन कालापासून यूरोपीयांचा समज आहे तथापि अलीकडे ग्रीकांस सप्तस्वरोत्पत्ति व श्रुतिकल्पना यांचें श्रेय देण्याचा प्रयत्न हिंदुस्थानांतील कांहीं इंग्रज ग्रंथकार करीत आहेत. ग्रीकांचा प्राचीन भारतीय नाट्यकलेवर संस्कार झाला तसा संगीतावरहि झाला असणें शक्य आहे. तसाच भारतीयांच्या संगीतज्ञानाचा परिणाम यूरोपावर त्या कालीं झाला असेल पण तो कोणता हें निश्चयानें सांगतां येत नाहीं. सध्यां भारतीय संगीताचा अभ्यास यूरोपीय संगीतज्ञ करूं लागले आहेत पण त्यांच्या संगीतावर परिणाम होण्याचा काल अजून यावयाचा आहे. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हटल्यास यूरोपीय संगीत हें स्वतंत्र धरून त्याचा विकास लिहिणें योग्य होणार नाहीं.

ग्रीक व अर्वाचीन यूरोपीय संगीताचा संबंध.—ग्रीक संगीत हें आधुनिक यूरोपिय संगीताचा पाया आहे. अर्वाचीन यूरोपीय संगीत कलेचा प्राचीन ग्रीक संगीतापासून प्रत्यक्ष विकास झाला नसून प्राचीन ग्रीक संगीतास रूपांतर होतांना दोन निरनिराळ्या संक्रमणावस्थांतून जावें लागलें. ग्रीक लोकांची प्राथमिक आवस्थेंत संगीतस्वरमालिका

अत्यंत संकुचित स्वरूपाची होती, किंवा खरें बोलावयाचें म्हणजे ही स्वरपरंपरा संगीतास लागणाऱ्या सर्व स्वरांची बनलेली नसून केवळ सामान्य बोलण्यांत येणाऱ्या आवाजांच्या स्वरांचीच बनलेली होती असेंहि म्हणतां येईल.

ग्रीक संगीतांत शुद्धस्वरयुक्त (डायाटोनिक) शुद्धकोमलस्वरयुक्त, (क्रोमॅटिक), व प्लुतियुक्त (एनहार्मानिक), असे तीन स्वरमालिकांचे प्रकार आढळतात. त्यांमध्यें स्वरांतील परस्परापासूनच्या अंतराच्या बाबतींत फरक होताच.ग्रीक पद्धतीच्या चाली अथवा स्वरमालिका किंवा आपण ज्यास राग म्हणतों ते ग्रीक संगीत पद्धतींत अनेक स्वरसमूहांवर बसविलेले असत. या प्रत्येक समूहांतील स्वरांचें परस्परापासूनचें अंतर एकच असे. पण या निरनिराळ्या समूहांतील स्वरांत अलीकडील निरनिराळ्या सप्तकांत ज्याप्रमाणें अंतर असतें त्याप्रमाणें तीव्रतेंत अंतर असे.

यूरोपीयांचें संगीत ग्रीकांपासून आलें, त्याअर्थी त्यांचा संगीतार्थी शब्द जो म्यूझिक त्याची ग्रीकांची कल्पना काय होती हें आपणांस जाणलें पाहिजे. ग्रीक लोक म्यूझिक या शब्दांत मनाच्या शिक्षणाचा बराच भाग अंतर्भूत करीत होते असें दिसतें. आरिस्टाटलनें आपल्या "पॉलिटिक्स", या पुस्तकाच्या शिक्षणविषयक अध्यायांत म्यूझिकच्या अवश्यकतेविषयीं लिहिलें आहे. त्याचा अर्थ नीट समजण्यास ग्रीकांची म्यूझिकविषयीं व्यापक कल्पना लक्षांत घेतली पाहिजे. "म्यूझिक" या शब्दाचा अर्थ तरी काय? भावपोषक कला असा अर्थ करावा किंवा केवळ नादकला हा अर्थ करावा यासंबंधीं मध्ययूरोपांतील शास्त्रज्ञांत होत असलेले तंटे ब्रॉक हाऊसच्या ज्ञानकोशाच्या (१८८५) म्यूझिक वरील लेखांत व्यक्त झाले आहेत.

स्वरशास्त्र तें संगीत अशी आज पाश्चात्त्य शास्त्रज्ञ कल्पना करतात आणि तें पदार्थविज्ञानशास्त्राशीं ध्वनिशास्त्राच्या मार्फत जोडतात. ध्वनिशास्त्राचें स्वतंत्र अस्तित्व १७ व्या शतकापासून सिद्ध झालें आहे.

आजचे पाश्चात्त्य संगीतज्ञ संगीतशास्त्राचे तीन घटक समजतात (१) पहिला घटक ताल (२) दुसरा घटक स्वरांची एकमेकांशीं अनुरूपता, जी आपल्या रागांत व्यक्त होते ती आणि (३) तिसरा घटक हार्मनी. हार्मनी म्हणजे काय तें पुढें सांगतों.

ताल हें संगीताचें अंग स्वतंत्रपणें सिद्ध होण्यापूर्वी तें काव्य आणि नृत्य यांचें अंगभूत होतें आणि यांची जोड जेव्हां संगीतास होई तेव्हां त्या संगीतांत ताल उत्पन्न होई. तालांचे पाश्चात्त्य संगीतज्ञ दोन विभाग पाडतात. एक साधा ताल आणि दुसरा गीत ताल.

साधा ताल म्हणजे ज्यांत केवळ विशिष्ट कालांतरानें आघाताकडे लक्ष असतें तो. गीत ताल म्हणजे ज्यांत अनेक आघातांचा एकमेकांशीं संबंध पाहून संगीतार्थ पूर्ण व्यक्त करावयाचा असतो तो. तालाचें काव्य आणि नृत्य यांपासून स्वातंत्र्य उत्पन्न झालें तें अनुरूप वाद्यांच्या उत्पत्तीमुळें झालें. तीं अनुरूप वाद्यें म्हटलीं म्हणजे आपल्या तबल्यासारखीं, ड्रम आणि टम् टम् हीं होत.

पाश्चात्त्य संगीताचा दुसरा घटका म्हटला म्हणजे स्वरांची एकमेकांशीं अनुरूपता जी आपल्या रागांत दृष्टीस पडते ती होय.

तिसरा घटक म्हटला म्हणजे हार्मनी हा होय. एककालीं उत्पादिल्या जाणाऱ्या भिन्न स्वरांची अनुरूपता म्हणजेच हार्मनी होय. हा ज्या अनेक कारणांनीं उत्पन्न होतो तीं येणें प्रमाणें:

हार्मनीचे दोन प्रकार किंवा कारणें धरतात. पहिला प्रकार साधा हार्मनी. जेव्हां एकच गाणें चालू असतें आणि त्या गाण्यास शोभा आणण्यासाठीं कांहीं दुसरे भिन्न स्वर मधून मधून पूरक म्हणून घालतात त्याला साधा हार्मनी म्हणतात.

हार्मनीचा दुसरा प्रकार म्हटला म्हणजे तो प्रगत हार्मनी होय. हा प्रगत हार्मनी म्हणजेच काउण्टरपाइण्ट होय. काउंटर पाईंट हा अधिक विकसित आणि अधिक पांडित्यमय संगीतरचनेचा प्रकार धरतात. ज्या क्रियेनें हा प्रथम उत्पन्न झाला ती क्रिया येणेंप्रमाणें: गति किंवा चाल वाजविणें चालू असतां मधून मधून शोभा आणण्यासाठीं कांहीं स्वर उत्पन्न करीत; ते स्वर ज्या स्वराचें उत्पादन चालू असतां उत्पन्न करावयाचे त्या स्वरासमोर टिंबें देऊन दाखवीत; त्यावरून त्यांस काउंटर पाईंट हें नांव पडलें. पुढें त्याचा विकास असा झाला कीं जे स्वर टिंबांनीं दाखवावयाचे ते स्वर एकत्र करून त्यांतून एकमेकांशीं अनुरूप अशी स्वरयोजना झाली पाहिजे. अशा रीतीनें काउंटर पाईंट म्हणजे सापेक्ष स्वरांची कल्पना सिद्ध झाली.

काउंटर पाईंटचे दोन महत्त्वाचे प्रकार म्हटले म्हणजे क्यानन आणि फ्यूग हे होत. काउंटर पाईंट केव्हां सुरू झाला हें खात्रीपूर्वक सांगतां येत नाहीं. तथापि तो यूरोपीय मध्ययुगांतल्या आरंभीच्या भागांत सुरू होऊन १२ व्या शतकांत बराच पूर्णतेला पोंचला होता, असें ब्रॉक हाऊस म्हणतो. काउंटर पाईंटचा उत्कर्षकाल पंधरावें शतक होय आणि त्या उत्कर्षाचें कारण ख्रिस्ती देवळांतील मोठे संगीत लेखक होत. यांमध्यें प्रथम डच लोकांनीं, आणि नंतर इटालियन लोकांनीं आपल्या कलेची पराकाष्ठा केली.

त्यानंतर जर्मन लोक पुढें आले. त्यांचा विशेष फ्यूगलेखन होय. काउंटर पाईंट ही महत्वाची कला आहे खरी पण तिचा उत्कर्ष सध्याच्या कालांत फारसा नाहीं, असें ब्रॉक हाऊस म्हणतो. काउंटर पाईंटवरील महत्त्वाचे ग्रंथकार फुक्स, मारपर्ग, पौलुसी, मार्टिनी, चेरुबिनी हे होत.

ग्रीकांच्या संगीतांत हार्मनी नव्हता पण स्वरांची अनुरूपता होती. त्यांचें स्वरसप्तक केवळ चार स्वरांचें होतें. त्याला टेट्राकार्ड म्हणत. तें प्रथमतः डायाटोनिक होतें मग

क्रोमॅटिक आणि नंतर हार्मोनिक होतें. डायाटोनिक म्हणजे समान अंतरावर असलेल्या स्वरांचा समूह. हे स्वर बहुधा सर्व शुद्ध असत म्हणून यास शुद्धस्वरयुक्त असें म्हणतां येईल. क्रोमॅटिक म्हणजे शुद्ध व कोमल स्वरयुक्त असा स्वर-समूह. म्हणजे आजच्या बारा स्वरांच्या समूहासारखा. याला शुद्धकोमलयुक्त असें म्हणतां येईल. तिसरा जो एनहार्मोनिक समूह त्यामध्यें मध्येंच कोठें तरी दोन स्वरांत मोठें अंतर असे त्यामुळें त्या ठिकाणीं उडी मारावी लागे म्हणून त्यास प्लुति-युक्त असें नांव देतां येईल. दोन टेट्राकार्डचें आजचें अष्टस्वरी सप्तक होतें. टेट्राकार्डपासून मध्ययुगांत हेक्झाकार्ड (षट्स्वरी) तयार झालें आणि त्याच्यानंतर आजचें यूरोपियांचें अष्टस्वरी सप्तक तयार झालें.

पाश्चात्य संगीताचे विभाग गान आणि वादन व्होकल आणि इन्स्ट्रुमेंटल म्यूझिक हे होत. त्यांत गानास अधिक महत्व दिलें जातें. कां कीं तें प्राचीन असून अधिक भावपूर्ण करतां येते; वादनामध्यें अधिक प्रकार करतां येतात; तें अधिक सप्तकांत आणतां येतें; आणि स्वराचा गोडपणा त्यांत मानवी स्वरापेक्षां अधिक आणतां येतो.

संगीताचे पारमार्थिक आणि लौकिक असें वर्गीकरण करीत. पुढें देवालयसंगीत (चर्चम्यूझिक,, नाट्यसंगीत (स्टेज म्यूझिक) आणि जलसा संगीत (कानसर्ट म्यूझिक) असें वर्गीकरण करूं लागले. या प्रकारचें वर्गीकरण म्हणजे केवळ लौकिक नांवानांच शास्त्रीय स्वरूप देणें आहे.

पाश्चात्य संगीताचें वाङ्मय बरेंच विस्तृत आहे. तथापि पद्धतशीर शास्त्रीय वाङ्मय फार थोडें आहे. क्रमिक पुस्तकें आणि इतिहास असें वर्गीकरण करतां येईल. याविषयीं येथें अधिक लिहिण्याची आवश्यकता नाहीं. पाश्चात्य आणि भारतीय संगीताच्या सादृश्यभेदाकडे आतां आपण वळूं.

हिंदी संगीत आणि पाश्चात्य संगीत.—यांच्यामधील फरकासंबंधाचे कांहीं महत्त्वाचे मुद्दे येथें देतों.

(१) हिंदी संगीताचा प्रमुख घटकावयव आलाप किंवा रागरागिण्या (मेलडी) हा आहे आणि पाश्चात्य संगीताचा स्वरसंवाद (हार्मनी) हा आहे. हिंदी संगीतांत स्वरांचा संबंध रागांतील विशिष्ट प्रकारच्या स्वरांशीं जोडलेला असतो आणि पाश्चात्य संगीतांतील स्वरांचा निरनिराळ्या स्वरामिलाफाशीं असतो. एकमेकांशीं मिलाफ असलेल्या स्वरांचा ठराविक अनुक्रमानें उच्चार केल्यानें हिंदी संगीतांतील आलाप काढतात, आणि पाश्चात्य संगीतांतील स्वरसंवाद (हार्मनी) निरनिराळे परंतु एकमेकांशीं संबंध असलेले निरनिराळे स्वर कानाला गोड लागतील अशा तऱ्हेनें एकदम उच्चारून उत्पन्न करितात. या महत्त्वाच्या फरकाचा परिमाण असा झाला कीं हिंदी संगीताची वाढ फक्त आलाप व रागरागिण्या. या बाबतींतच झाली आणि पाश्चात्य संगीताची अतिशय मोठी वाढ स्वरसंवादाचे बाबतींत झाली आहे. याप्रमाणें पाश्चात्य संगीताची वाढ दुसऱ्या मार्गानें झाली, आहे एवढ्याचमुळें तें हिंदी संगीतापेक्षां पुढें आलेलें असें म्हणतां येईल काय ? कारण हिंदी संगीताची वाढ एका विशिष्ट दिशेनें म्हणजे आलापांच्या बाबतींत झालेली आहे आणि विविधता आणि मनोहारित्व हीं साधण्याकरितां आलाप आणि रागरागिण्या आणि ताल यांची सर्व अंगांनीं वाढ झालेली आहे. या सर्व बाबींकडे पाश्चात्य संगीतज्ञांचें मुळींच लक्ष गेलेलें दिसत नाहीं. तात्पर्य गीताची प्रगति करण्याच्या या दोन निरनिराळ्या दिशा असून एका संगीतानें एका दिशेनें जितकी दूरवर प्रगति केलेली आहे तितकीच दुसऱ्या संगीतानें दुसऱ्या दिशेनें केली आहे. राग आणि आलाप या बाबतींत हिंदी संगीतानें इतकी मोठी प्रगति केली आहे कीं, तिची पूर्ण जाणीव सर्व हिंदी संगीतज्ञांनाहि झालेली आहे असें दिसत नाहीं. कारण पूर्वी दळणवळणाचीं साधनें सुलभ नसल्यानें दूरवरच्या प्रांतांतील संगीतज्ञांचा एकमेकांचा प्रत्यक्ष परिचय क्वचितच घडत असे. अलीकडे या बाबतींत अखिल भारतीय संगीत परिषदेनें उत्तम साधन उपलब्ध करून ठेविलें आहे. दुसरी अडचण म्हटली म्हणजे स्वरलेखनाच्या एका सर्वमान्य सर्वांगपरिपूर्ण अशा पद्धतीचा अभाव हें होय. हें वैगुण्य दूर करण्याचें हिंदी संगीतज्ञांनीं आतां बरेंच मनावर घेतलें आहे.

(२) हिंदी संगीतांतले सर्व आलाप एका विशिष्ट रसाला (मूड) परिपोषिक असतात व स्वर आणि ताल हीं सर्व मिळून अखेरपर्यंत एकच रस उत्पन्न होईल अशी त्याची योजना असते. या पद्धतीप्रमाणें एकाच पद्यांत भिन्नभिन्न रस येऊं देत नाहींत. राग आणि रस यांचा मेळहि कांहीं विशिष्ट नियमानुसार घातलेला असतो. हिंदी संगीतांत सम साधतात ती तालाच्या साहाय्यानें साधतात. पाश्चात्य संगीतांत पद्यांतील सम साधण्याकरितां रसभेदाचा उपयोग करतात. हिंदी संगीतांत निरनिराळे राग गाण्याच्या निरनिराळ्या वेळा ठरलेल्या आहेत; आणि निरनिराळ्या रागांचीं चित्रें व त्यांतील व्यक्तींच्या चेहऱ्यावरील मनोविकार या सर्व गोष्टी हिंदी संगीतासंबंधाच्या याच कल्पनेचें समर्थन करतात.

(३) तिसरा व सर्वांत महत्त्वाचा फरक म्हटला म्हणजे पद्यांतल्या किंवा रागांतल्या वादी संवादी स्वरांसंबंधाचा (सॅलियंट नोटस्) होय. प्रत्येक रागांतले वादी म्हणजे प्रमुख स्वर कोणते हें हिंदी संगीतांत जुन्या दीर्घकाल चालत आलेल्या परंपरेनें ठरवून टाकलेलें आहे. कोणताहि राग गात असतांना गायकास या वादी संवादी स्वरांच्या बाबतींत फेरफार करण्याचा अधिकार नसतो. स्वरांमध्यें वादी संवादी उर्फ प्रमुख दुय्यम अशा प्रकारचा परस्परसंबंध प्राचीन परंपरेनें ठरवून टाकिलेला आहे. उलटपक्षीं पाश्चात्य संगीतांत प्रमुख स्वर कोणते हें स्वरसंवाद किंवा कौंटरपॉइंट यांच्यापासून होणाऱ्या क्षणिक परिणामावरून ठरतें. त्यामुळें पाश्चात्य संगीतांत व्यक्तिशः कोणत्याहि स्वराला महत्व नसून अनेक स्वरांच्या समुच्चयाला विशेष किंमत असते.

(४) शिवाय हिंदी संगीतांतील पद्यांतले आलाप कांहीं ठराविक स्वरांच्या परस्परसंबंधावर अवलंबून असतात, व हे आलापविषयक स्वर निरनिराळ्या रागांचे निरनिराळे असतात. त्यामुळें हे ठराविक स्वर कितीहि निरनिराळ्या प्रकारानें काढले तरी पाश्चात्त्य संगीतांतील अनेकस्वरसंवादित्व साधत नाहीं. उलट पाश्चात्त्य संगीतांत मुख्य स्वरांशीं उत्तम मिलाफ करणारे अनेक स्वर निरनिराळ्या प्रकारांनीं वाजवून आलाप काढतात.

(५) हिंदी संगीतांत गमकाला फार महत्व असतें; परंतु पाश्चात्त्य संगीतांत गमकांनां हिंदी संगीतांतल्या इतकें प्राधान्य दिलेलें नाहीं.

(६) हिंदी संगीताला कोमल स्वरांच्या (मायक्रोटोन) योजनेमुळें व शास्त्रशुद्ध स्वरसप्तक कायम ठेवल्यामुळें फार माधुर्य येतें. परंतु पाश्चात्त्य संगीतांतील स्वरसप्तक मध्यम पद्धतीनें (टेंपर्ड) बसविलेलें असल्यामुळें त्यांच्या कानाला हिंदी शुद्धस्वरसप्तक अपरिचयामुळें चमत्कारिक लागतें.

(७) निरनिराळ्या तालांची योजना हाहि हिंदी संगीतांतला महत्त्वाचा फरक आहे. या तालांच्या योजनेमुळें हिंदी संगीत पाश्चात्त्यांच्या कानाला चमत्कारिक वाटतें. पाश्चात्त्यांच्या संगीतांत तालाऐवजीं स्वराघातांची योजना आहे.

(८) याशिवाय पाश्चात्त्यांनां हिंदी संगीत न आवडण्याचें कारण कांहीं बाह्य गुणांकडे हिंदी संगीतज्ञांचें असलेलें दुर्लक्ष्य हें होय. पाश्चात्त्य संगीतांत आवाजाला फार महत्त्व देतात. हिंदी पद्धतींत कंठमाधुर्यापेक्षां संगीताच्या शास्त्रीय ज्ञानाला फार महत्त्व आहे. हिंदी रागरागिण्या ऐकणाराच्या कानाला काय गोड लागतें याकडेच केवळ लक्ष देऊन ठरवलेल्या नसून कांहीं ठराविक शास्त्रीय तत्त्वानुसार बसविलेल्या आहेत. विशिष्ट राग गाणाराच्या आवाजाकडे कोणी फारसें लक्ष देत नाहीं. यामुळें हिंदी गवई शास्त्रीय ज्ञानाला मुख्य महत्त्व देतात, आवाजांतील गोडी कमी महत्त्वाची समजतात. हिंदी गवयाच्या आवाजासंबंधानें कोणी नाकें मुरडल्यास त्याला अरसिक, अतज्ज्ञ समजतात. आवाजाप्रमाणें हावभाव व मुद्रा या संबंधानेंहि हिंदी गवई बेफिकिर असतात. डॉ. रविन्द्रनाथ टागोर यांनींहि हिंदी गवयांमधील हे दोष निदर्शनास आणून दिले आहेत. ते म्हणतात "गातांना चेहरा विद्रूप दिसला किंवा तिसऱ्या सप्तकांतील सूर काढतांना आवाज किरटा, कर्कश झाला तरी त्याबद्दल हिंदी गवयांना कांहींच कमीपणा वाटत नाहीं. आपलें गाणें शास्त्रशुद्ध आहे किंवा नाहीं. या एका गोष्टीकडेच ते सर्व लक्ष पुरवितात."

यूरोपीय संगीतज्ञ आवाजाचें आणि वाद्यांचें माधुर्य याविषयीं फार काळजी घेतात. शिवाय पाश्चात्त्य लोकांनां हिंदी गवयांची नाकांतून आवाज काढून गाण्याची तऱ्हा बिलकुल आवडत नाहीं.

हिंदी आणि पाश्चात्त्य संगीत यांमध्यें आणखी एक महत्त्वाचा फरक डॉ॰ रवीन्द्रनाथ टागोर यांनीं पुढें मांडला आहे ते म्हणतातः—"मॅडम आल्वनी यांनीं नाइटिंगेल पक्ष्याचें हुबेहूब अनुकरण करून जेव्हां गाण्याला सुरवात केली तेव्हां त्यांचें गाणें माझ्या कानाला फारच अप्रिय वाटलें. अशा ह्या पशुपक्ष्यांच्या नैसर्गिक आवाजाची बालिश नक्कल करणें मला फारसें अल्हादकारक वाटत नाहीं. पाश्चात्त्य संगीत सर्व असल्या ह्या बाह्य गोष्टींच्या नकलांनीं भरलेलें आहे."

हिंदी संगीतासंबंधानें अशी एक सुधारणा व्हावयास पाहिजे आहे कीं, गवयांनीं राग आणि ताल यांच्या संबंधाची परंपरागत माहिती मिळविण्यांतच सर्व आयुष्य खर्च न करितां ते ध्वनिशास्त्राच्या कोणत्या तत्त्वावर तयार केलेलें आहे, तें शोधून काढण्याचा प्रयत्न करावा. अखिल हिंदी संगीताचें असें शास्त्रीय संशोधन झाल्याशिवाय त्यांत प्रगति व्हावयाची नाहीं; शिवाय ही प्रगति होण्याकरितां सामान्यतः प्रत्येक हिंदी इसमानें संगीतशास्त्राचा आणि गायनाचा थोडा फार तरी अभ्यास जरूर ठेवावा. संगीतावर देशी भाषेंत पुष्कळ पुस्तकें तयार झालेलीं आहेत, त्यांच्या साहाय्यानें प्रत्येक गृहस्थानें कुटुंबांतील मुलास लहानपणापासून गायन वादनाचें शिक्षण देण्याचा उपक्रम करावा. पाश्चात्त्य देशांत कोणतें तरी एखादें वाद्य घरांत असणें सुशिक्षित कुटुंबें अवश्य मानितात.

इतर संगीतें.—भारतीय व पाश्चात्त्य संगीताहून भिन्न झटलीं ह्मणजे ग्रीक खेरीज करून यूरोपांतील जुन्या केल्टिक वगैरे राष्ट्रांची संगीतें, वन्य संगीतें, मुसुलमानी संगीत, व चिनी जपानी संगीतें हीं होत. भारतीय संगीताचा परिणाम जेथे जेथें बौद्ध गेले तेथें तेथें झाला. जपानमध्यें शोम् बाद शाहाच्या कारकीर्दींत हिंदुस्थानांतील भिक्षूंनीं तेथें भारतीय संगीताचा प्रसार केला. त्याचा काल ख्रिस्तोत्तर ७२४ हा धरला आहे. चिनी संगीत कांहीं अंशीं देश्य आहे व कांहीं अंशीं भारतीय आहे. भारतीय संगीत चीनमध्यें केव्हां गेलें हें निश्चयानें सांगतां येत नाहीं. तथापि जें संगीत देश्य म्हणून वर्णिलें जातें त्याची पद्धति तयार करतांना चिनी लोकांनीं बॅक्ट्रियन लोकांची मदत घेतली. यामुळें देश्य संगीतांत देखील भारतीयत्व असणें शक्य आहे. बाबीलोनियन, असुरियन, प्राचीन इजिप्त येथील संगीतें कशीं होतीं याबद्दलची माहिती अस्पष्ट आहे. त्यांच्या वाद्यांविषयीं मात्र सध्यां आपणांस माहिती आहे. सर्व राष्ट्रांच्या वाद्यांविषयींचा विचार येथें वगळला असल्यामुळें त्यांविषयीं सध्यां येथें कांहीं लिहित नाहीं. तसेंच निरनिराळ्या राष्ट्रांच्या गाण्यांविषयीं येथें विचार वगळलाच आहे इराणी व अरबी राष्ट्रांमध्यें सप्तस्वरपद्धति दिसते. ती स्वरपद्धति त्यांनीं कोठून घेतली याविषयीं आपणांस निर्णायक माहिती नाहीं. तथापि ती भारतीयांकडून गेली असावी अशी शंका येते. कां कीं पुष्कळ भारतीय संस्कृत ग्रंथांचीं भाषांतरें त्यांच्या भाषेंत झालीं होतीं. त्यांच्या 'सप्तस्वरांचीं नांवें येणेंप्रमाणें

भारतीय	सा	रे	ग	म	प	ध	नी
फारसी	येक	दुक	सिक	चहर्क	पंज्क	सेस्क	हुसक्
आरबी	दिल	मैद	सिक्	मजमुम्	रमल्	हासिन्	सहसिन्

या नांवांत गांधार व्यक्त करण्यास दोन्ही राष्ट्रांची खूण एकच आहे यावरून फारसी पद्धतीचा अरबीवर परिणाम झाला असावा व स्वरांस सात आंकड्यांची नांवें ओळीनें असल्यामुळें फारसी लोकांनीं दुसरीकडील सप्तस्वरात्मक पद्धति जशीच्या तशीच उचलून घेतली असावी हें स्पष्ट आहे. विरुद्ध पुराव्याच्या अभावीं आम्हीं इराणांत ही पद्धति हिंदुस्थानांतूनच गेली असावी असें धरतो.

भारतीय संगीत व पाश्चात्य संगीत यांमधील फरक मागें वर्णिलाच आहे, आणि भारतीय पद्धतीचें ग्रीक पद्धतीशीं साम्यहि वर्णिलें आहे. ग्रीक संगीतांतून अर्वाचीन यूरोपीय संगीत निर्माण झालें. इतक्या गोष्टी आपणांस ठाऊक असतां प्रश्न असा उपस्थित होतो कीं यूरोपीय संगीत हा अंतिक विकास समजून भारतीय संगीत हें त्या विकासाची पूर्वावस्था धरावी कीं भारतीय व पाश्चात्य संगीत हीं दोन बरोबरीच्या दर्ज्याचे विकास समजावेत ? या दोहोंपैकीं पहिला पक्ष मानला तर राष्ट्राच्या गर्वास कमीपणा येतो आणि दुसरा पक्ष मानला तर ज्या खटपटींनीं व कलेनें पाश्चात्यांस आनंद होतो त्या कलेनें आपल्या लोकांस आनंद होणार नाहीं असें विधान त्यांतून गर्भित होतें. जर पाश्चात्य हार्मनीनें आपणांस आनंद होणार नाहीं असें अनुभवाअंतीं ठरलें तर दोन्ही संगीतें सदृश दर्जाचे विकास ठरवितां येतील. जी कला आपल्या संगीतज्ञास परिचित नाहीं आणि ज्या कलेच्या साहाय्यानें त्यांस पैसा मिळविण्याची ताकद नाहीं ती कला कमी दर्जाची असा आग्रह त्या कलेचे धंदेवाईक अभिमानी किंवा त्यांशीं सहानुभूति असलेले इतर अभिमानी करणार. त्या प्रकारच्या अभिमानास पेटून कांहींच सिद्धि होणार नाहीं. यूरोपीय गाणीं आपल्या लोकांस ऐकावयास देऊन जर आपल्या लोकांस तीं आवडलीं नाहींत तर तेवढ्यावरून यूरोपीय संगीताविरुद्ध निकाल देतां येणार नाहीं. कारण शास्त्र ग्रहण करावयाचें म्हणजे त्यांच्या भाषेशीं आणि पद्यपद्धतीशीं निगडित असलेल्या चाली उचलावयाच्या असें नव्हे तर चाली आणि राग हे आपलेच घेऊन त्यांच्या पूरणार्थ सापेक्ष स्वरयोजना म्हणजे हार्मनी उत्पन्न करावयाची. या तऱ्हेचा प्रयत्न करून जर आपणांस असें दिसून आलें कीं, हार्मनी असण्यापेक्षां नसलेली बरी, सापेक्ष स्वरयोजनेनें जो आनंद होतो तो सापेक्ष स्वरयोजनेविहीन संगीतानें जो आनंद उत्पन्न होतो, त्यापेक्षां कमी होतो तरच आपणांस भारतीय संगीतांत हार्मनी असावी कीं नसावी, तिच्या अभावीं तें पुरें आहे कीं अपुरें आहे याविषयीं प्रामाणिक मत देतां येईल. हा प्रयत्न जोंपर्यंत झाला नाहीं तोंपर्यंत हार्मनीची भारतीय संगीतानुपयुक्तता ही केवळ लुच्चा आळशी मनुष्याची काम न करण्यास सबब किंवा अपल्याजवळ जो माल असेल तोच गिऱ्हाईकाच्या गळ्यांत बांधण्याची दुकानदारी खटपट होय असें धरून चालूं. सरते शेवटीं अत्यंत न्यायी व निस्वार्थी न्यायाधीश म्हटला म्हणजे जनतेचे कान होत. तेच या प्रश्नाचा निर्णय करूं शकतील. आपल्याकडे आलाप आहेत तितके पाश्चात्य संगीतांत नाहींत. त्या आलापांशीं सापेक्ष ध्वनिसंगीतानें मिलाफ करावा वगैरे प्रश्न पुढें उत्पन्न होतीलच आणि हे प्रश्न सोडविण्यांत यश आल्यानंतर भारतीय संगीत कला सर्वांत श्रेष्ठ होणें अशक्य नाहीं.

प्रकरण ६ वें.

वेदविद्या व तदुत्तर शास्त्रें-भाषाशास्त्रें-निरुक्त, व्याकरण व मीमांसा.

उरलेलीं वेदांगें.—वेदविद्येपैकीं सामांचा, म्हणजे पुढें गांधर्ववेद या नांवानें आलेल्या शास्त्राचा आणि छंदःशास्त्राचा विचार आतांपर्यंत झाला. आतां उरलेलीं वेदांगें म्हणजे शिक्षा, कल्प, व्याकरण, निरुक्त आणि ज्योतिष हीं होत. शिक्षेसंबंधानें प्रास्ताविक माहिती मागें आलीच आहे. तिच्या पेक्षां अधिक माहिती येथें देण्याचें कारण नाहीं. कल्पशास्त्र म्हणजे यज्ञ करण्याचें शास्त्र. त्याचें सविस्तर विवेचन करण्याकडेच दुसरा भाग खर्ची पडला आहे असें म्हणतां येईल. निरुक्त आणि व्याकरण मिळून प्राचीन भाषाशास्त्र होतें असें म्हणावयास हरकत नाहीं. दर्शनांपैकीं मीमांसा कांहीं अंशीं भाषाशास्त्रांतच मोडेल. मीमांसा ही वाक्यांतील शब्दांचा परस्परांशीं संगति लावून शुद्ध अर्थ कसा काढावा हें शिकविते. आज इंग्रज लोक या प्रकारच्या विवेचनाचा व्याकरणांतच अंतर्भाव करतात. मीमांसा ही जितक्या मानानें तर्कशास्त्र आहे, तितक्याच किंबहुना त्याहुनहि अधिक मानानें ती भाषाशास्त्र आहे, ही गोष्ट अधिक पटावी म्हणून तिचा अंतर्भाव प्रस्तुत प्रकरणांत केला आहे.

भारतीयांकडून भाषेच्या व वाङ्मयाच्या शास्त्रीय अभ्यासासाठीं जे प्रयत्न झाले त्यामुळें व्याकरण, मीमांसा, शिक्षा, प्रातिशाख्यें, छंदःशास्त्र, व्युत्पत्ति अथवा निरुक्त, शब्दकोशकरण, साहित्यशास्त्र इत्यादि शास्त्रें जन्मास आलीं.

संस्कृत व्याकरणशास्त्राची घटना देणें म्हणजे सर्वच व्याकरण देणें होय. तसें करण्यास अवकाश नसल्यानें तत्संबंधीं वाङ्मयाच्या ऐतिहासिक वृद्धीविषयीं थोड्या टीपा मात्र येथें देतों.

भारतीयांचा व्याकरणशास्त्रावरील अभ्यास.—आपल्या हिंदुस्थानांत व्याकरणशास्त्राचा अभ्यास जितक्या कळकळीनें व पूर्णपणानें झालेला आहे तितक्या कळकळीनें व पूर्णपणानें दुसऱ्या कोणत्याहि देशांत झालेला नाहीं असें म्हटल्यास अतिशयोक्तीचा दोष माथीं येईल असें बिलकुल वाटत नाहीं. प्राचीन व अर्वाचीन वैयाकरणांचीं नांवें व त्यांनीं लिहिलेलीं पुस्तकें, यांच्या यादीवरून एकदां जरी नजर फिरविली तरी देखील वरील विधानाची सत्यता पट-

ण्यासारखी आहे. आजपर्यंत झालेले व सध्यां प्रचलित असलेले व्याकरणसंप्रदाय कमींत कमी बारा आहेत; व ज्यांचे आज प्रत्यक्ष ग्रंथ उपलब्ध आहेत, किंवा ज्यांच्याबद्दल दुसऱ्यांच्या उल्लेखांवरून आपणांस माहिती मिळूं शकते, असे कमींत कमी ३०० ग्रंथकार या विषयावर आहेत असें डॉ० वेलवलकर आपल्या संस्कृत व्याकरणपद्धतीच्या इतिहासांत म्हणतात. मूळ ग्रंथ, टीका व उपटीका मिळून या विषयावरचे ग्रंथ जवळ जवळ हजारावर आहेत. केवळ ग्रंथकार आणि ग्रंथ यांची संख्याच एवढी मोठी आहे असें नव्हे, तर त्या ग्रंथांत असलेल्या मजकुराची व भाषास्वरूपशोधांची किंमतहि तितकीच मोठी आहे.

व्याकरणशास्त्राचा उगम.—भाषेच्या व्याकरणाची अशी चर्चा ऋग्वेदाच्या पुढच्या पुढच्या भागांतच दिसून येऊं लागते. 'चत्वारि शृंगाः' याचें 'नामाख्यातउपसर्गनिपात' किंवा 'सप्तसिंधवः' याचें 'सप्त विभक्तयः' हीं पतञ्जलीनें दिलेलीं विक्षिप्तपणाचीं स्पष्टीकरणें जरी बाजूस ठेविलीं, तरी देखील "ऋ. १०.१२५ किंवा तैत्तिरिय संहिता ६.४, ७, ३. "या स्थलांवरून असें स्पष्ट दिसतें कीं, भाषेंतील शब्दांचीं रूपें हा एक स्वतंत्र अभ्यासाचा विषय होऊं शकेल, व स्वतंत्रपणानें त्यांचा अभ्यास करण्याइतके महत्त्व त्यांनां आहे ही जाणीव त्या वेळींहि उत्पन्न झालेली होती" असें डॉ० वेलवलकर म्हणतात; पण तें आह्मांस पूर्ण संमत नाहीं. आपणांस ऋग्वेद १०. १२५ या उल्लेखावरून एवढें म्हणतां येईल कीं, वाणीस ऋग्वेदकालीं देखील महत्त्व आणि पूज्यत्व आलें होतें. पण पूज्यत्व म्हणजे अभ्यासविषयत्व नव्हे हें डॉ० वेलवलकर विसरतात. तैत्तिरीय संहिताकालीं भाषाविज्ञानाची अधिक प्रगति झाली होती असें आपणास 'व्याकृता' आणि 'व्याकुरु' इत्यादि शब्दप्रयोगांवरून दिसून येईल. तै. सं. ६.४, ७, ३. मधील उल्लेख "वाग्वै पराच्य व्याकृतावदत्ते देवा इन्द्रमब्रुवन् इमां नोवाचं व्याकुरु इति सोऽब्रवीद्वरं वृणै" असा आहे.

भाषेच्या व व्याकरणाच्या दृष्टीनें ब्राह्मणग्रंथांच्या कालाकडे आपण नजर टाकली तर त्या ग्रंथांतील भाषेच्या व शब्दांच्या रूपांचा संहिताकालांतील जुन्या भाषेशीं व त्यांतील शब्दांच्या रूपांशीं कांहींच संबंध राहिलेला दिसत नाहीं. जुने शब्द व जुनीं रूपें अपवादात्मक होऊन त्यांच्या जागीं नवे शब्द व नवीं रूपें दिसूं लागतात. परंतु ऋग्वेदसंहितेच्या जुन्या भाषेंत लिहिलेल्या सूक्तांचें मूळ स्वरूप अनेक कारणांमुळें जसेंचें तसेंच कायम ठेवणें अगत्याचें झाल्यामुळें त्या भाषेचे विशेष व त्यांतील शब्दांचीं रूपें यांचें विवेचन करणें अवश्यक झालें. व्याकरणाचा उगम ह्या विवेचनांतूनच झाला असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. तरी पण, ब्राह्मणग्रंथांचा मुख्य कटाक्ष यज्ञविधींवरच आहे. यज्ञविधींपैकीं प्रत्येक बारीकसारीक गोष्टीचें समर्थन व अध्वर्यूंच्या कार्याचें समर्थन या गोष्टींतच ब्राह्मणग्रंथ गुंतलेले आहेत; खरें पाहिलें असतां विधिवाक्यांचें महत्त्व यज्ञसमर्थनाकडे आहे. विधिवाक्यें बहुतेक ब्राह्मणांत आहेत अर्थात् स्पष्टीकरण करावयाचें तें ब्राह्मणवाक्यांचें होय. यामुळें वैदिक भाषाविषय पाणिनीय व्याकरणांत चांगल्या तऱ्हेनें स्पष्ट करण्यांत आलेला नाहीं. ब्राह्मणांतील विधिवाक्यांचें समर्थन करतांना कथा द्यावयाची, दुसरीं कांहीं तरी कारणें द्यावयाचीं आणि कधीं कधीं व्युत्पत्तिशास्त्राकडे किंवा दुसऱ्या कोणत्या तरी भाषाशास्त्राकडे धांव घ्यावयाची अशी प्रवृत्ति आहे. तिचा परिणाम प्रातिशाख्यें, शिक्षा, व्याकरण, निरुक्त इत्यादि शास्त्रें होत. हीं सर्व भाषाशास्त्रें आज व्याकरण या स्थूल शब्दाखालीं आपण घालतों.

विस्खलित ऋग्वेदसूक्तांचीं ज्या वेळेस मंडलें बांधलीं गेलीं, परिषद् आणि चरण यांच्या घटनेचे नियम जेव्हां ठरले गेले, तेव्हां व्याकरणाचा शास्त्र या दृष्टीनें अभ्यास होण्यास सुरुवात झाली. याच कालांत भाषेच्या विद्यार्थ्यांनां मदत व्हावी म्हणून वर्ण, स्वर, मात्रा, उच्चार व संधि यांसंबंधांच्या नियमांनीं भरलेलीं लहान मोठीं चोपडीं निर्माण झालीं. पदपाठाच्या रचनेनें तर या कामांत एक पाऊल आणखी पुढें टाकलें गेलें.

यास्काच्या पूर्वीचे व्याकरणकार कोण होते यासंबंधाची माहिती अगदींच नसावी ही दुर्दैवाची गोष्ट होय. आज प्रातिशाख्यें म्हणून जे पाणिनीय कालानंतरचे ग्रंथ प्रसिद्ध आहेत. त्यांहून वेगळ्या स्वरूपाचीं प्रातिशाख्यें यास्कापूर्वी अस्तित्वांत असलीं पाहिजेत, मग त्यांचीं नांवें कोणतींहि असोत. हल्लींच्या प्रातिशाख्यांनां बीजभूत अशा तऱ्हेनें जीं हीं प्रातिशाख्यें, त्यांनीं व्याकरणशास्त्रास कोणत्या तऱ्हेची मदत केली हें कल्पनेनेंच जाणावें लागतें; कारण, त्या जातीचा एकहि ग्रंथ आज उपलब्ध नाहीं.

यास्काचें निरुक्त व त्याचा काल.—यास्काचा काल कोणत्याच प्रकारानें अद्याप निश्चित झालेला नाहीं. त्याचा काल पाणिनीच्या कालावर बराचसा अवलंबून आहे. पाणिनि व यास्क यांच्यामध्यें फार जरी नाहीं, तरी निदान एक शतकाचें अंतर असावयास पाहिजे. पाणिनीच्या अष्टाध्यायींत ज्या गोष्टी दिसतात तेथपर्यंत भाषेची वाढ व उन्नति होण्यास एवढा काल अवश्य आहे. पाणिनीच्या कालाचा विचार इतरत्र केलेला आहे. त्यावरून तो बरोबर आहे असें धरून चाललें तर यास्काचा काल ख्रि. पू. ७०० किंवा ८०० वर्षें ठरवावा लागेल असें डॉ० वेलवलकर समजतात.

'सूर्या', 'अपार्ण' वगैरे शब्दांची व्युत्पत्ति पाणिनीच्या व्याकरणांत नाहीं. शिवाय 'सूर्य' शब्दाची यास्काची व्युत्पत्ति पाणिनीला माहीत होती असें दिसत नाहीं. तेव्हां, यास्क पाणिनीच्या पूर्वीचा नसून पाणिनीच यास्काच्या पूर्वीचा होता असा एक यावर आक्षेप आहे. परंतु, या युक्तिवादानें परस्परविरुद्ध अशीं अनुमानें निघत असल्यानें हा युक्तिवाद विश्वसनीय पुरावा म्हणून मानला जाणें शक्य नाहीं.

यास्काच्या निरुक्तांत निरनिराळ्या व्याकरणकारांचे [ह्याच विभाग पृष्ठ ४७ पहा] व व्याकरणसंप्रदायांचे जे उल्लेख आहेत त्यांवरून व्याकरणशास्त्राची प्रगति त्या काळांत बरीच झालेली होती असें दिसतें. नाम, आख्यात, उपसर्ग आणि निपात या शब्दांच्या चार जाती शोधून काढण्यास यूरोपांत आरिस्टॉटल जन्मास यावा लागला; परंतु आमच्या इकडे यास्कास ही गोष्ट पूर्वींच माहीत होती. कालवाचक प्रत्यय, पुरुषवाचक प्रत्यय आणि कृदन्तप्रत्यय यांच्यांतला भेदहि यास्काच्या वेळीं माहीत होता. इतकेंच नव्हे, तर प्रत्येक नाम धातुसाधित आहे ही उपपत्तीहि त्यानेंच बसविली होती. सध्यांच्या व्युत्पत्तिशास्त्राचा हाच मूळ पाया होय. आजच्या ऐतिहासिक दृष्टीनें ही उपपत्ति बरोबर आहे असें म्हणतां येणार नाहीं. तथापि भाषेच्या उपयोगाच्या दृष्टीनें आणि भाषेंतील शब्दांची फिरवाफिरव करून उपयोग करण्याच्या दृष्टीनें ही गृहीत कल्पना उपयुक्त आहे हें खास.

यास्काच्या निरुक्ताचें स्वरूप.—हा ग्रंथ निघण्टु नांवाच्या पांच अध्यायांच्या शब्दकोशावरची टीका होय. निघण्टूच्या पहिल्या तीन अध्यायांत एकाच अर्थाचे अनेक शब्द, असे अनेक शब्दसमूह दिलेले आहेत. निघण्टूचा चवथा अध्याय वेदांतील अवघड शब्दांचा संग्रह करण्यांत खर्ची पडला असून शेवटच्या अध्यायांत देवतांच्या नांवांची यादी आहे. यास्कानें निघण्टूच्या पहिल्या तीन अध्यायांतील अधिक महत्त्वाचे, व शेवटच्या दोन अध्यायांतील प्रत्येक शब्द घेऊन त्यावर आपलें विवरण दिलें आहे. यास्कानें आधारा॰ साठीं वेदग्रंथांतील मूळ ऋचाच घेतल्या आहेत. वेदांच्या अभ्यासाचा सामान्य उपयोग व विश्वरचनेसंबंधीं वैदिक देवतांची कामगिरी यांचींहि विवेचनें त्यांत योग्य ठिकाणीं आलेलीं आहेत.

पाणिनीपूर्वींचे व्याकरणसंप्रदाय.—'अष्टाध्यायी' या ग्रंथाचें अतिशय नीटनेटकें व संक्षिप्त स्वरूप पाहतां, तशा तऱ्हेचे ग्रंथ लिहिण्यास पाणिनीनेंच सुरवात केली हें म्हणणें अप्रयोजक होईल. कां कीं कोणत्याहि पूर्णत्वाच्या किंवा गुंतागुंतीच्या पद्धतीचा विकास एकदम होत नाहीं. यास्क व पाणिनि यांच्यामधील काळांत असले ग्रंथ कांहीं तरी झाले असले पाहिजेत यावद्दल पाणिनीच्या सूत्रांतच पुरावा आहे [ह्याच विभाग पृ. ४६ पहा]. आपिशलि व काशकृत्स्न हे पाणिनीच्या पूर्वींचे व्याकरणकार होत [पाणिनी ६. १. ९२]. काशकृत्स्नाचा ग्रंथ तीन अध्यायांत असून तो सूत्रात्मक आहे अशी माहिती काशिकावृत्तींत आहे [काशिका; पा. ७ ३. ९५ वरची]. शिवाय, पा. ७. ३. ९५ येथें काशिकावृत्तीनें आपिशलीचा म्हणून एक नियम दिलेला आहे. कैयटानें तर या दोघांच्या ग्रंथांतले म्हणून दोन उतारे दिले आहेत [कैयट; ५. १. २१ वर]. वोपदेवानें आपल्या मुग्धबोध नांवाच्या ग्रंथांत 'इंद्रश्चन्द्रः काशकृत्स्नापिशली शाकटायनः॥ पाणिन्यमरजैनेंद्रा जयंत्यष्टादिशाब्दिकाः' अशी एक वैयाकरणांची याद दिली आहे.

ऐन्द्रसंप्रदाय.—आपिशली व काशकृत्स्न यांच्याहून ऐन्द्र नांवाच्या व्याकरणग्रंथसमूहाची गोष्ट थोडीशी निराळी आहे. 'प्राच्य' या सामान्य उल्लेखाशिवाय यांचा उल्लेख पाणिनीनें कोठेंहि केलेला नाहीं. कथासरित्सागराच्या चौथ्या तरंगामध्यें, पाणिनीच्या पूर्वींचा व पाणिनीमुळें लुप्त झालेला संप्रदाय म्हणजे ऐंद्र व्याकरणकारांचा होय, व व्याडि, वररुचि किंवा कात्यायन व इन्द्रदत्त हे व्याकरणकार या परंपरेंतील होत असें म्हटलें आहे. डॉ. बर्नेल यानें 'तामिळ भाषेचें अतिपुरातन व्याकरण म्हणजे 'तोल्काप्पियं' नामक सर्वसंग्रहांतील कांहीं भाग होत; व यांतील व्याकरणपद्धति ऐन्द्र संप्रदायाचा भाग असून पांड्य-राजाच्या दरबारांत हें व्याकरण वाचलें जाई व तेथें तें पसंत पडे' असें लिहिलें आहे. कात्यायनाचें कातंत्र व प्रातिशाख्यें यांचा याशीं निकट संबंध असून हींहि ऐन्द्र संप्रदायाचींच व्याकरणें होत. याच्यावरोबर पाणिनीच्या पूर्वींचे म्हणून सम-जले जाणारे दोन व्याकरणसंप्रदाय अस्तित्वांत आहेत. सध्यांच्या आपल्या माहितीवरून ज्याअर्थी यांचा उल्लेख काशिका, महाभाष्य किंवा पाणिनीचीं व्याकरणसूत्रें, यांत आढळत नाहीं त्याअर्थी ऐन्द्र संप्रदाय पाणिनीनंतरचा असें म्हटलें पाहिजे.

पाणिनीची अष्टाध्यायी, तिचा काल, तींतील प्रक्षिप्त भाग.—डॉ. पीटरसन, वेबर, मॅक्समुल्लर, गोल्डस्ट-कर, सत्यव्रत सामाश्रमी इत्यादिकांच्या मतांच्या रा. राज-वाडे यांनीं केलेल्या परीक्षणाचा पुनरुच्चार करून डॉ. वेलवलकर यांनीं राजवाडे यांचें मत भीत भीत स्वीकारीत पाणिनीचा काल ख्रि. पू. सातवें शतक हा ठरविलेला आहे. राजवाडे मात्र पाणिनीस ख्रि. पू ७५० च्या पाठीमागें नेऊं पहातात. राजवाडे यांनीं दिलेल्या आधारांपैकीं कांहीं डॉ. भांडारकरांनीं इंडियन ॲंटिक्करीमध्यें पूर्वींच प्रसिद्ध केले होते [पाणिनी पहा]. पाणिनींत सुमारें ४००० सूत्रें आहेत. त्यांचे आठ अध्याय केले आहेत; म्हणून त्यास अष्टाध्यायी म्हणतात. प्रत्येक अध्यायांत चार पाद आहेत. हीं सूत्रें जशींचीं तशींच पाणिनीकालापासून आजपर्यंत चालत आलीं आहेत. फक्त पांच सूत्रांविषयीं तीं सूत्रें महाभाष्यकारांनीं वार्त्तिकांत घातलीं असल्यामुळें मतभेद आहे. हीं सूत्रें म्हणजे धातुपाठ, गणपाठ, उणादि-सूत्रें, इत्यादि परिशिष्टें होत. यांपैकीं धातुपाठ व गण-पाठ हे भाग पाणिनीचेच आहेत असें बऱ्याच निश्चित-पणानें म्हणतां येतें. उणादिसूत्रांची गोष्ट मात्र तशी नाहीं. हीं सूत्रें शाकटायन ऋषीचीं होत असें साधारणतः समजलें जातें. व यास निरुक्त व महाभाष्य यांचा आधार आहे [नामान्याख्यातजानीति शाकटायनो नैरुक्तसमयश्च (निरुक्त १. १२. २) .' नामच धातुजमाह निरुक्ते व्याकरणे शकटस्य तोकम् ' (महाभाष्य)]. परंतु, शाकटायनाचा असा कोण-

ताहि ग्रंथ शुद्ध परंपरेनें आतापर्यंत आलेला नाहीं, आणि शाकटायनाचा एखादा ग्रंथ असूं शकेल कीं नाहीं याचाच बेलवलकरांस संशय वाटतो. उलटपक्षीं, पाणिनीच्या संप्रदायाची छाप उणादिसूत्रांवर पडलेली स्पष्टपणानें दृग्गोचर होते. प्रो. पाठक यांनीं या विषयावर एक निबंध भांडारकर इन्स्टिट्यूटपुढें (जुलै १९२२) वाचला त्यांत हाच अभिप्राय व्यक्त केला होता. ऱ्हस्व, दीर्घ, प्लुत, उपधा, लोप, संप्रसारण, अभ्यास इत्यादि पारिभाषिक संज्ञांचा उपयोग पाणिनीच्या अर्थानें उणादिसूत्रांतहि केलेला आहे. परंतु अष्टाध्यायींतील मताविरुद्ध कांहीं गोष्टी उणादिसूत्रांत सांपडतात. तेव्हां सर्वत्र उणादिसूत्रें पाणिनीचीं असेंहि म्हणतां येत नाहीं. या बाबतींत गोल्डस्टकरचें असें म्हणणें आहे कीं, पाणिनीनें उणादिसूत्रांची एक यादी तयार केलेली होती व मागाहून कात्यायनानें तींत भर घातली व शोध घातले. फिट्सूत्रें हीं एकमतानें शांतनवाचार्यांचीं म्हणून ठरलेलीं आहेत. शिक्षा व लिंगानुशासन हीं परिशिष्टें तर उघड उघड अर्वाचीन आहेत. आतां आपण कात्यायनाकडेच वळूं.

कात्यायन–त्याची पाणिनीच्या सूत्रांवरील टीका.—आजच्या आपल्या माहितीप्रमाणें कात्यायनाचा काल ख्रि. पू. ५००-३५० असाच कांहीं तरी ठरविला पाहिजे. यापेक्षां जास्त निश्चितपणानें या गोष्टी ठरवितां येत नाहींत ही दुर्दैवाची गोष्ट होय. कात्यायनाच्या वार्त्तिकांनीं केलेलें कार्य म्हणजे भाषेच्या वाढीमुळें ज्या ज्या ठिकाणीं पाणिनीच्या व्याकरणांतील नियम लागू पडत नव्हते त्या त्या ठिकाणीं ते सुधारणें, वाढविणें, किंवा त्यांनां पुरवण्या जोडणें हें होय. यवनानी याचा यवनाची बायको असा अर्थ पाणिनी करतो तर कात्यायन यवनलिपि असा करतो आणि यवनपत्नी हा अर्थ व्यक्त करण्याकरितां यवनी असा शब्द देतो. यांवरून रा. राजवाडे दोन कालांतील अंतर मोठें होतें आणि दोन काल यवनांच्या संस्कृतींत स्थित्यंतर होण्याइतके दूर आहेत असें सुचवितात.

या विषयावरचे त्याचे दोन ग्रंथ आहेत. या दोहोंपैकीं एक वाजसनेयिप्रातिशाख्य म्हणून आहे. हा ग्रंथ वाजसनेयि संहितेचें व्याकरण म्हटलें तरी चालेल. पाणिनीचीं जीं जीं सूत्रें येथें त्याच्या कक्षेंत येऊं शकलीं तेवढ्यांचीच कात्यायनानें यांत चर्चा केलेली आहे. कारण, या ग्रंथाचा संबंध वैदिक भाषेपुरताच आहे. यानंतर दुसऱ्या ग्रंथांत (वार्त्तिकांत) कात्यायनानें पाणिनीच्या अष्टाध्यायीचीच चर्चा आरंभिली आहे. दोष दाखविण्याकडेच पहिल्यापासून दृष्टि ठेविल्यामुळें पाणिनीचीं जीं सूत्रें कात्यायनाला बरोबर वाटलीं त्यांवर कात्यायनाची टीका नाहीं. पाणिनीच्या ४०००सूत्रांपैकीं कात्यायनानें सुमारें १५०० घेऊन त्यांवर ४००० वार्त्तिकांत चर्चा केली आहे. सूत्रांसंबंधानें आपणांस आलेल्या शंका ग्रथित करूनच कात्यायन थांबला नाहीं, तर त्यांचें निरसनहि त्यानें आपल्यापरीनें केलें आहे.

कात्यायनाला पाणिनीच्या ग्रंथावर टीका करावयाची होती तेव्हां प्रतिपादनाच्या सुलभतेसाठीं त्यानें पाणिनीचीच परिभाषा योजिली असल्यास नवल नाहीं. पण, तरी देखील त्यानें 'हल्' बद्दल व्यंजन, 'अच्' बद्दल स्वर, 'अक्' बद्दल समानाक्षर 'लट्' बद्दल भवन्ती, 'लुङ्' बद्दल अद्यतनी असला फेरबदल परिभाषेंत केलेला आहे. ही गोष्ट जमेस धरून कथासरित्सागराच्या चौथ्या तरंगांतील 'प्रणष्टमैंद्रं तदस्मद्व्याकरणं भुवि' हा उल्लेख पाहिला तर, कात्यायन हा पाणिनीहून भिन्न संप्रदायांतील वैयाकरण असावा असें म्हणावेंसें वाटतें. पतंजलीनें तर याला दाक्षिणात्य असें स्पष्टच म्हटलें आहे [प्रियतद्धिता दाक्षिणात्याः--महाभाष्य भाग १, पृ. ८, ओळ २]. कात्यायनाच्या पूर्वी अनेक वार्त्तिककार होऊन गेले असें कात्यायनाच्याच उल्लेखांवरून दिसतें. शाकटायन व शाकल्य ह्यांचा उल्लेख कात्यायनानें केलेला आहे [प्रत्ययसवर्णं मुदि शाकटायनः। (३. ८) अविकारं शाकल्यः शषसेषु. (३. ९)]. कात्यायनाचा संप्रदाय पुढें पुष्कळ लेखकांनीं चालविला.

पतंजलीचें महाभाष्य व त्याचा काळ.—कात्यायनानंतरचा मोठा वैयाकरण म्हणजे पतंजलि. याचा काल ख्रि. पू. १५० हा असावा. याला मुख्य प्रमाणें अशीं.— (१) 'इह पुष्पमित्रं याजयामः' हें वाक्य पतंजलीनें अशा कांहीं संदर्भानुसार घेतलें आहे कीं, तो प्रसंग पतंजलीच्या हयातींतच घडला असला पाहिजे. (२) 'अरुणद्यवनः साकेतम्' व 'अरुणद्यवनो मध्यमिकाम्' यांत मीनांडरनें दिलेल्या वेढ्याचा उल्लेख आहे. (३) यांशिवाय मौर्यांच्या संबंधाचा एक उल्लेख यांत आहे. पतंजलि पुष्पमित्राशीं समकालीन होता. महाभाष्यांत आलेलीं गोनर्दीय व गोणिकापुत्र हीं नांवें पतंजलीचींच खुद्द पर्यायनांवें आहेत असें मानण्याचा प्रघात आहे. परंतु राजेंद्रलाल मित्र [ज. ए. सो. बंगाल; पु. ८, पृ. २६९] व डॉ. कीलहॉर्न [इंडियन अँटिक्विरि पु. १४, पृ. ४०] यांनीं हे निराळे ग्रंथकार आहेत असें मानलें आहे; व वात्स्यायनानें आपल्या कामसूत्रग्रंथांत या ग्रंथकारांचा उल्लेख केलेला आहे. पतंजलीच्या काळाच्या संबंधाची हकीकत महाभाष्यांतच सांपडण्यासारखी आहे.

महाभाष्यांत कात्यायनावर टीका आहे. पाणिनीच्या सूत्रांवर कात्यायनानें केलेली टीका जेथें जेथें पतंजलीस अयोग्य वाटली तेथें तेथें त्यानें पाणिनीला उचलून धरण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. परंतु ह्या उचलून धरण्याच्या प्रयत्नांत पतंजलि सुद्धां कात्यायनावर निष्कारण घसरला आहे. तरी पण एकंदरीनें पतंजलीला आपल्या कार्यांत बरीच यशःप्राप्ति झाली असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. कात्यायनानें केलेलें कार्यच पुनः एकदां करून म्हणजे त्यानें केलेल्या परीक्षणाचेंच पुनःपरीक्षण करून शिवाय पतंजलीनें त्याला स्वतःला टीकाई वाटणाऱ्या पाणिनीच्या मूळ सूत्रांवरहि टीका लिहिलेली आहे.

प्राकृत भाषांची वाढ.—पाणिनि, कात्यायन व पतंजलि ह्या तिघांनां व्याकरणशास्त्राचें मुनित्रय असें मानण्याचा प्रघात आहे. पतंजलीच्या महाभाष्यांत व्याकरणशास्त्राच्या विकासाचा निदान त्या काळापुरता तरी कळस झालेला दिसतो. पुढील तीन चार शतकें प्राकृत भाषांच्या वाढींतच गेल्यानें तीं संस्कृत व्याकरणाच्या विकासाच्या दृष्टीनें जवळ जवळ टाकाऊच ठरतात. तेव्हां, पतंजलीवरून आपणांस एकदम चंद्रगोमिन् या वैयाकरणाकडे वळलें पाहिजे.

चंद्रगोमिन् याचें व्याकरण.—चंद्रगोमिन् हा पाणिनि, कात्यायन व पतंजलि यांच्याच परंपरेंतील मनुष्य असल्यानें, त्यानें त्यावेळेपर्यंत व्याकरणशास्त्रांत मुनित्रयानें जी प्रगति केली होती तिचा पुरा फायदा घेतला. महाभाष्यानंतरच्या काळांत संस्कृत भाषेंत जे जे फरक झाले ते सर्व जमेस धरून सूत्रें, वार्त्तिकें व इष्टी यांत चंद्रगोमिन् यानें शोध घालून तीं सुधारण्याचा यत्न केला. चंद्रगोमिन् हा बौद्ध पंथी असल्यामुळें ब्राह्मण धर्माशीं संबंध नसलेलें असें एक अलग व्याकरण आपल्या पंथाचें म्हणून असावें या हेतूनें त्यानें आपलें नवें व्याकरण लिहिलें असावें. त्यानें जें व्याकरणांत शोध घातले ते जुन्या लोकांस आवडले नाहींत. त्यांनीं टीका करण्याचे नवे नवे प्रकार उपयोगांत आणून चंद्रगोमिन् यानें दाखविलेले दोष नवे नाहींत, त्यांचा परिहार यापूर्वींच झालेला आहे, असें दाखविण्याचा प्रयत्न केला. ऐतिहासिक दृष्ट्या हें कृत्य अनुचित आहे खरें; पण याच गोष्टीचा अवलंब कात्यायन व पतंजलि यांनींहि केलेला आहे. चंद्रगोमिन् याचा काल इ. स. ४७० असावा.

काशिकाकार जयादित्य व वामन.—इत्सिंग नांवाचा चिनी प्रवाशी, जयादित्य हा 'वृत्तिसूत्र' नांवाच्या ग्रंथाचा कर्ता होय असें म्हणतो. वृत्तिसूत्र व काशिका हे ग्रंथ एकच आहेत असें साधारणतः मानलें जातें. काशिका ग्रंथ जयादित्य व वामन या दोघांनीं मिळून लिहिलेला आहे. इत्सिंगानें जयादित्याचा मृत्युकाल अजमासें इ. स. ६६० हा दिला आहे. वृत्तिसूत्र व काशिका हे ग्रंथ एकच हा समज खरा धरून चाललें तर काशिका ग्रंथाचा काळ इ. स. ६९० हाच असावा असें म्हणावें लागेल.

काशिकेच्या कर्तृत्वांत वामन व जयादित्य यांचे अंश.—काशिका ग्रंथ वामन, जयादित्य किंवा वामन-जयादित्य अशा तीनहि प्रकारांनीं संबोधिल्या जाणाऱ्या माणसाचा होय असा एके काळीं समज होता. पण भट्टोजी दीक्षित यांनीं प्रौढमनोरमा ग्रंथांत पाणिनी ५-४-४२ यावर टीका लिहितांना वामन व जयादित्य यांचा मतविरोध दाखविला आहे. त्यावरून वामन व जयादित्य हे दोघे वेगवेगळे होते असें निष्पन्न होतें. सर्व ठिकाणच्या हस्तलिखितांतील पुराव्यावरून काशिकेच्या पहिल्या पांच अध्यायांचें कर्तृत्व जयादित्याकडे जातें. तसेंच शेवटच्या अध्यायांचें कर्तृत्व वामनाकडे जातें असें त्याच पुराव्यावरून दिसतें.

चंद्रगोमिन् यानें व्याकरणशास्त्रांत जे शोध घातले त्यांचा पाणिनीय परंपरेंत समावेश करणें हें काशिकेचें कार्य होय. काशिका ग्रंथ म्हणजे अष्टाध्यायीवरची एक सुगम टीका होय. काशिकेंत आपिशलीचा एक नियम दिला असून सौनागस् याच्या वार्त्तिकाचाहि उल्लेख आला आहे. यावरून पाणिनीपूर्वी होऊन गेलेल्या आपिशलीचा ग्रंथ काशिकाकारास उपलब्ध होता असें दिसतें; व काशिकाकारानें उल्लेखिलेल्या सौनागस् याच्या वार्त्तिकाचा इतरत्र कोठें उल्लेख आढळत नसल्यामुळें, कात्यायनाच्या आधीं व मागाहून पुष्कळ वैयाकरण होऊन गेले असावे या समजाला पुष्टि मिळते. काशिकाकारानें दिलेला अष्टाध्यायीचा पाठ व कात्यायन आणि पतंजलि यांस ठाऊक असलेला अष्टाध्यायीचा पाठ या दोहोंत ५८ सूत्रांत फरक आहे, असें कीलहॉर्न यानें लिहिलें आहे [इंडियन अँटिक्वरि पु. १६ प. १७९ व ५ पुढील]. काशिकेमध्यें ज्या ज्या नवीन गोष्टी आल्या आहेत त्यांपैकीं बहुतेक चंद्रगोमिन् याच्या व्याकरणांत सांपडतात. काशिकावृत्तिकारानें या गोष्टी कांहीं थांगपत्ता न लागूं देतां मोठ्या शिताफीनें तेथून घेतल्या आहेत. लीबिश नांवाच्या एका गृहस्थानें चंद्र व काशिका यांच्यातील समान स्थळें पुष्कळ दाखविलीं आहेत [लिबिश याचें चंद्र व्याकरण]. 'काशिका' वृत्तीवर जिनेंद्रबुद्धीची न्यास नांवाची व हरदत्ताची पदमंजरी नांवाची अशा दोन टीका आहेत.

भर्तृहरीचा वाक्यपदीय ग्रंथ.—भर्तृहरीचा वाक्यपदीय म्हणून एक व्याकरणग्रंथ आहे. वाक्यपदीय हा ग्रंथ छंदोबद्ध असून त्यांत व्याकरणशास्त्राचें विवेचन आहे. याचे तीन अध्याय आहेत. (१) आगमकाण्ड, (२) वाक्यकाण्ड व (३) प्रकीर्णकाण्ड. दुसऱ्या काण्डाच्या शेवटीं सातएक श्लोकांत ग्रंथकारानें महाभाष्यासंबंधीं जी हकीकत दिली आहे त्या हकीकतीमुळें या ग्रंथाला ऐतिहासिक महत्त्व आलें आहे. यांत, बैजि, सौभव, व हर्यक्ष यांचा चंद्रगोमिन् याच्या पूर्वींचे व्याकरणकार म्हणून उल्लेख केलेला आहे. चिनी प्रवाशी इत्सिंग हा भर्तृहरि इ. स. ६५० त मेला असें म्हणतो.

पाणिनी संप्रदायाच्या दुसऱ्या कालखंडाचा अखेरचा ग्रंथ,-कैयटाचा प्रदीप.—पतंजलीच्या महाभाष्याबरोबर जसा पाणिनीय संप्रदायांतील एक भाग संपतो. तसा कैयटाच्या प्रदीपाबरोबर पाणिनीय संप्रदायाच्या इतिहासाचा दुसरा भाग पूर्ण होतो. कैयट आणि भर्तृहरि यांच्या मधल्या काळांत महत्त्वाचे असे वैयाकरण नाहींत: इसवी सनाचें सातवें शतक हा भर्तृहरीचा व अजमासें ११ वें शतक हा कैयटाचा काळ आहे. या मधल्या काळांत पाणिनीय संप्रदायाखेरीज इतर व्याकरणसंप्रदायांची वाढ झाली, पाणिनीय संप्रदायाची झाली नाहीं.

कैयटाच्या नांवावरून तो काश्मीरचा रहाणारा असावासें वाटतें. काव्यप्रकाशावरील एक टीकाकार भीमसेन (इ. स. १७२२) यानें कैयटाचा व मम्मटाचा सम्बंध जोडला आहे व कैयट मम्मटाचा शिष्य होता असेंहि तो म्हणतो. पण याकडे लक्ष्य देण्यांत विशेष अर्थ नाहीं. कैयटाचा काल जास्तींत जास्त इ. स. १३०० च्या अलीकडे ओढतां येत नाहीं असें सर्वदर्शनसंग्रहांत त्याचा जो उल्लेख आहे त्यावरून स्पष्ट होतें. कैयटानें भर्तृहरीच्या पावलावर पाऊल ठेवून आपण चाललों आहों असें स्वतःच म्हटलें आहे; तेव्हां त्याच्या कामगिरीबद्दल विशेष लिहिण्याचें हें स्थळ नव्हे.

पाणिनीच्या अष्टाध्यायीवरील विवरणग्रंथ.— पाणिनीच्या अष्टाध्यायीचीं निरनिराळ्या स्वरूपांत जीं विवरणें पुढें झालीं त्यांमध्यें 'रूपमाला' हें अग्रगण्य होय. सिद्धान्तकौमुदी, रामचंद्राची प्रक्रियाकौमुदी वगैरे ग्रंथ मागाहून झाले, यांची रचना जवळजवळ रूपमालेच्या धर्तीवरच आहे. प्रक्रियाकौमुदी या ग्रंथावर पुष्कळ टीका आहेत. यांपैकीं, विठ्ठलाचार्यांची प्रसाद ही टीका सर्वप्रसिद्ध होय. विठ्ठलाचार्यांचा काल इ. स. १५२५ पेक्षां अधिक अर्वाचीन असेल असें दिसत नाहीं. प्रक्रियाकौमुदीवर शेषकृष्णाची प्रक्रियाप्रकाश नांवाची एक टीका आहे.

भट्टोजी दीक्षिताची सिद्धान्तकौमुदी.— भट्टोजी अजमासें इ. स. १६०० च्या सुमारास होऊन गेला. सिद्धान्तकौमुदी हा ग्रंथ आज आस्तित्वांत असलेल्या सर्व व्याकरण ग्रंथांत श्रेष्ठ असून व्याकरणशास्त्रांत् प्रवेश होण्यास त्या ग्रंथाइतकें चांगलें दुसरें पुस्तक आज उपलब्ध नाहीं. हा ग्रंथ सर्वप्रसिद्ध असल्यानें त्याची रूपरेखा सांगण्याचें कारण नाहीं. या ग्रंथावर भट्टोजीदिक्षीत याची स्वतःचीच एक प्रौढमनोरमा नांवाची टीका आहे. खेरीज, भट्टोजीदीक्षितानें पाणिनीच्या सूत्रांवर काशिकेच्यासारखी शब्दकौस्तुभ नांवाची एक टीका लिहिली आहे. भट्टोजीदीक्षिताचें घराणेंच वैयाकरणांचें दिसतें. त्याचा पुतण्या कोंडभट्ट यानें, वाक्यरचना व व्याकरणाचीं मूलतत्त्वें यावर एक स्वतंत्र ग्रंथ लिहिला आहे. भट्टोजी दीक्षितांचा पुत्र भानूजी यानें अनेक शिष्य पढविले,व त्याचा पुत्र हरि दीक्षित यानें तोच क्रम पुढें चालविला. हरि दीक्षिताच्या शिष्यांपैकीं नागोजी भट्ट किंवा नागेश हा बराच प्रसिद्धीस आला होता. नागोजीभट्ट हा दांडगा लेखक होता. धर्मशास्त्रावर चौदा ग्रंथ, योगशास्त्रावर एक, अलंकारावर तीन व व्याकरणावर बारा इतके ग्रंथ यानें लिहिले असून शिवाय कित्येक टीका त्याच्या नांवावर प्रसिद्ध आहेत.

सिद्धान्तकौमुदीवरील सारग्रंथ.— यांत वरद राजानें लिहिलेल्या तीन ग्रंथांचा प्रामुख्यानें उल्लेख केला पाहिजे. मध्य, लघु,आणि सार सिद्धान्तकौमुदी हीं या ग्रंथांचीं नांवें आहेत. आश्चर्याची गोष्ट ही कीं, या सारभूत ग्रंथांचें स्पष्टीकरण होण्यासाठीं यांवरहि टीकापर ग्रंथ लिहावे लागले. शिवानंद नांवाच्या एका गृहस्थाच्या विनंतीवरून रामशर्मन् यानें मध्यसिद्धान्तकौमुदीवर टीका लिहिली व लघुसिद्धान्तकौमुदीवर मौनी घराण्यापैकीं गोवर्धन भट्टाचा नातू व रघुनाथ भट्टाचा मुलगा जयकृष्ण यानें टीका लिहिली.

पाणिनीय व्याकरणावरील ग्रंथांचा पुढील इतिहास.— पाणिनीच्या व्याकरणावर जे ग्रंथ झाले ते मुळांत जरी एका विवक्षित संप्रदायासाठीं म्हणून लिहिले गेले होते तरी ते व इतर संप्रदायांचे ग्रंथ यांत सारखेपणा इतका आहे कीं थोड्या फार फरकानें त्यांपैकीं कित्येक एका संप्रदायांतून दुसऱ्या संप्रदायांत ढकलण्यांत आले. या ग्रंथांसंबंधीं सविस्तर माहिती देण्यास येथें अवकाश नसल्यानें प्रत्येक भागावरील कांहीं मुख्य मुख्य ग्रंथांचाच येथें उल्लेख करतों.

धातुपाठ.—याच्यावर क्षीरस्वामीची टीका आहे. या टीकेचें नांव धातुवृत्ति. या धातुवृत्तीशिवाय क्षीरस्वामीनें दुसरे पांच ग्रंथ लिहिले आहेत. (१) निपाताव्ययोपसर्गवृत्ति, (२) अमरकोशावर टीका, (३) अमृततरंगिणी, (४) निघण्टुवृत्ति आणि (५) गणवृत्ति. प्रसिद्ध वेदभाष्यकार सायणाचार्य यांची या धातुपाठावर आणखी एक माधवीयवृत्ति नांवाची टीका आहे. सायणाचार्यांनीं या विषयावरचे पाणिनीय संप्रदायाचे दुसरे ग्रंथकार सांगितले आहेत. त्यांत भीमसेन व मैत्रेयरक्षित यांचीं नांवें प्रमुखत्वानें सांगण्यासारखीं आहेत.

गणपाठ.—याकडे टीकाकारांचें जावें तसें लक्ष गेलेलें दिसत नाहीं. पूर्णपणानें उपलब्ध झालेला असा यावरचा एकच ग्रंथ आहे व तो म्हणजे गणरत्नमहोदधि हा होय. हा ग्रंथ व यावरची टीका हीं दोनहि वर्धमानानें इ. स. ११४० त लिहिलीं.

लिंगानुसार.—भट्टोजी व रामचंद्र यांच्या कौमुदींमध्यें लिंगानुशासन आलेलेंच आहे. शिवाय, लिंगावर लिहिलेल्या पाणिनीच्या संप्रदायाच्या ग्रंथांत हर्षवर्धन शबरस्वामी व वरदराज यांच्या ग्रंथांचा उल्लेख आढळून येतो. यांतला हर्षवर्धन हा बहुतांशीं बाणकवीचा आश्रयदाता जो हर्षवर्धन राजा तो नसला पाहिजे.शबरस्वामी व मीमांसाकार शबरस्वामी एकच कीं नाहीं याबद्दल वाद आहे. संवत् १२८७ मधील खंबायत येथें एक ताडपत्रांवर वामनाचार्यांचा लिंगानुशासन हा ग्रंथ सांपडला आहे [कॅवे, नं. २६६]. सदर वामनाचार्यानें आपल्या पूर्वींचे ग्रंथकार म्हणून व्याडि, वररुचि, चंद्र, जिनेन्द्र आदिकरून ग्रंथकारांच्या ग्रंथांचा उल्लेख केलेला आहे. [व्याडिप्रणीतमथवाररुचं सचांद्रं । जैनेंद्र लक्षणगतं विविधं तथान्यत् लिंगस्य लक्ष्महि समस्त विशेषयुक्तमुक्तं मया परिमितं इ०] यावरून हे ग्रंथ इ. स. १२०० च्या पूर्वींचे असले पाहिजेत एवढें तरी निश्चितपणानें म्हणतां येतें. डॉ. पीटर्सन यानें वामनाचार्य व काशिकेचा कर्ता हे दोघे एकच असें जें दाखविलें आहे तें खरें मानलें तर ह्या वरील ग्रंथांचा काल इ. स. ८०० च्याहि पूर्वी ओढला पाहिजे.

उणादिपाठ.—उणादिसूत्रांचें कर्तृत्व कोणाकडे जातें यासंबंधाचा विचार वर आलेलाच आहे. हीं सूत्रें बहुतेक

जशींचीं तशींच, क्वचित् थोड्या फार फरकानें, कातंत्र, हैम, जौमर, सौपद्म वगैरे अपाणिनिय संप्रदायांत घेतलेलीं आहेत. उज्ज्वलदत्ताची टीका हा यांतील उत्कृष्ट ग्रंथ होय. ऑफ्रेक्ट साहेबानें या ग्रंथाला जी प्रस्तावना जोडली आहे तिच्यावरून याचा काळ इ. स. १२५० ठरवावा लागतो.

परिभाषा.–परिभाषांचें कर्तृत्व साधारणपणें व्याडि याजकडे देण्यांत येतें. परिभाषांसंबंधानें इतका उहापोह झालेला आहे कीं, पाणिनीय ग्रंथांच्या अभ्यासकांस तो एक अत्यंत अवघड भाग झाला आहे. नागेशाच्या परिभाषेंदुशेखरामध्यें या परिभाषांचें अत्यंत सुगम असें विवरण असून त्यावर पायगुंड, भैरवमिश्र, शेषशर्मन्, भीमभट्ट वगैरेंच्या टीका झाल्या आहेत.

याशिवाय व्याकरणाच्या मूलतत्वांची मीमांसा करणारे अनेक ग्रंथ या कालांत निर्माण झाले. ध्वनिचें स्वरूप, शब्द व त्याचा अर्थ यांचा परस्परसम्बन्ध, किंवा वाक्य व त्याचे घटकावयव यांचा परस्परसम्बन्ध इत्यादि या ग्रंथांतले विषय पतंजलीच्या महाभाष्यांत पूर्वींच येऊन गेले होते. त्याच पायावर पुढील ग्रंथकारांनीं आपली इमारत रचलेली आहे. अशा ग्रंथांपैकीं, भर्तृहरीचा वाक्यपदीय हा ग्रंथ सर्वांत जुना होय. व सर्वांत अर्वाचीन असा नांव घेण्यासारखा ग्रंथ म्हणजे कोंडभट्टाचा वैयाकरणसिद्धान्तभूषण हा ग्रंथ होय; यावर नागेशानें एक टीका लिहिलेली आहे.

पाणिनीय संप्रदायाच्या इतिहासाचें सिंहावलोकन.—वरील माहितीवरून असें दिसून येतें कीं, व्याकरणाचा शास्त्र या दृष्टीनें अभ्यास होण्यास ब्राह्मणकालांत सुरुवात झाली. ऋग्वेदाचा पदपाठ ज्या वेळीं रचला गेला त्या वेळीं या बाबतींत आणखी एक पाऊल पुढें पडलें. यास्काच्या निरुक्तांत शब्दार्थाविषयीं अधिक विचार होऊन, शब्दांच्या चार जाती झाल्या, नामें हीं आख्यातज आहेत या व्युत्पत्तिशास्त्राच्या मूलभूत सिद्धांताचा पाया घालण्यांत आला. पुढें पाणिनीनें लौकिक व छांदस या दोन्ही भाषांचें व्याकरण लिहून, लौकिक भाषेला ठाकठिकीचें स्वरूप आणलें. पाणिनीच्या अष्टाध्यायीनें जो व्याकरण संप्रदाय काढला त्याचे साधारणतः तीन विभाग पडतात. पैकीं पहिला पतंजलीच्या महाभाष्यावरोबर संपतो व दुसरा कैयटाच्या प्रदीपावरोबर संपतो. याच्या पुढचा काल व्याकरणशास्त्राची प्रगति होण्यांत गेलेला नसून टीका, उपटीका व त्यांजवर पुन्हां टीका असें टीकांचें जाळें विणण्यांत गेलेला आहे. विचारविकासाच्या दृष्टीनें पहातां ही प्रगति नसून परागतीच म्हटली पाहिजे. टीकोपटीकांच्या गोंधळांत मूळ ग्रंथ एका बाजूस राहतो व टीका समजून घेणें हेंच मुख्य कार्य होतें. सारांश, या टीकांमुळें अशी परिस्थिति आली कीं, तेथें विचार खुंटला, असेंच म्हणणें प्राप्त आहे. व्याकरणशास्त्राचे बाकीचे संप्रदाय कमी जास्ती प्रमाणांत या संप्रदायांतूनच निघालेले आहेत.

चांद्रसंप्रदाय—चंद्रगोमिन्चा काल.—कालानुक्रमाच्या दृष्टीनें पाणिनीय संप्रदायाच्या पुढचा जो चांद्र संप्रदाय त्याजकडे आतां आपण वळूं. चांद्र संप्रदायासंबंधाचा सर्वांत जुना उल्लेख भर्तृहरीच्या वाक्यपदीयांत सांपडतो. सर्वांत अलीकडचा उल्लेख म्हणजे मल्लिनाथानें मेघदूतांतील 'नीचैराख्यं गिरिमधिवसेस्तत्र विश्रामहेतोः' या श्लोकावरील टीकेंत केलेला होय. परंतु, चांद्र व्याकरणाची मूळ प्रत मल्लिनाथाच्या हातीं लागली होती असें दिसत नाहीं. डॉ. बुह्लर यानें काश्मीरहून १८७५ त आणलेली एक अर्धवट प्रत व नेपाळ मधून हरप्रसादशास्त्री यांनीं आणलेली नेपाळी भाषेंत इ. स. १३५६ त लिहिलेली एक पूर्ण प्रत या दोहोंखेरीज या ग्रंथाच्या प्रती सरकारच्या प्रयत्नानें सुद्धां सांपडल्या नाहींत. डॉ. ब्रूनो लिबिश यानें मात्र परिश्रम करून चांद्र व्याकरणाची पीठिका बसविली असून १९०२ सालीं त्यानें लाइपझिग येथें एक चांद्र व्याकरणहि प्रसिद्ध केलें आहे. काशिका वृत्तीमध्यें, ज्याला पाणिनीशीं किंवा कात्यायनाशीं समानार्थक सूत्रें नाहींत अशीं चांद्र व्याकरणांतलि सूत्रें, कर्त्याचा उल्लेख न करतां दिलेलीं आहेत म्हणून वर सांगितलेंच आहे. त्यावरून चंद्राच्या कालाची एक सीमा इ. स. ६५० ही ठरते. दुसऱ्या बाजूस, चांद्र सूत्रांवरील एका वृत्तींत वक्तृसमकालीन भूतकाळाचें उदाहरण म्हणून 'अजयद्गुप्तो (? मूळांत जर्तो किंवा जप्तो आहे) हूणान्' असें वाक्य घेतलें आहे त्यावरून इ. स. ४६५ किंवा ५४४ ही सीमा येते. यांपैकीं पहिलीच जास्त संभवनीय आहे. म्हणजे इ. स. ४७० हा स्थूल मानानें चंद्राचा काल आहे असें म्हणावयास हरकत नाहीं.

चंद्रगोमिन् याच्या ग्रंथाचें स्वरूप.—चांद्रव्याकरणांत संक्षेपावर फार भर दिला आहे असें दिसतें. जेथें जेथें थोड्या शब्दांत किंवा अक्षरांत काम भागण्यासारखें होतें तेथें तेथें चांद्र व्याकरणांत संक्षेप करण्याकडे सक्त नजर पुरविलेली आहे. पाणिनि कात्यायन व पतंजलि यांच्या व्याकरणांत संक्षेप कसा करतां येईल याचा व मोजक्या आणि योग्य शब्दांत तीच माहिती कशी देतां येईल याचा चंद्रगोमिन् यानें फार बारकाईनें विचार केला आहे. प्रत्याहार सूत्रांपैकीं एका सूत्रास रजा देऊन त्यांच्या जागीं १३च सूत्रें कायम ठेविलीं आहेत. त्यानें पाणिनीचे नियम कांहीं ठिकाणीं उच्चाराच्या सोयीसाठीं बदलून निराळ्या शब्दांत सांगितले आहेत. स्वतः चंद्राचीं अशीं अवघीं ३५च सूत्रें आहेत व तीं सर्व काशिकेंत घेतलीं आहेत. चंद्राच्या ग्रंथांत पाणिनीच्या ४००० सूत्रांऐवजीं ३१०० च सूत्रें आढळतात. अध्याय देखील सहाच असून पाणिनीच्या पहिल्या दोन अध्यायांतील माहिती यानें सहा अध्यायांतच निरनिराळ्या ठिकाणीं घातली आहे. उच्चारशास्त्रासंबंधाचे किंवा व्याकरणसंबंधाचे जे नियम पूर्वींच्या व्याकरणांतून होते त्यांचें विषयवार वर्गीकरण करणें व ते सुव्यवस्थितपणानें मांडणें, हा चंद्रगोमिन् याचा हेतु होता.

चांद्रसंप्रदायाच्या उपग्रंथांचा इतिहास.–उपर्युक्त अष्टाध्यायी सूत्रांखेरीज चंद्रानें उणादिसूत्रें, धातुपाठ, लिंगानुशासन, गणपाठ, उपसर्गवृत्ति आणि वर्णसूत्रें हींहि बनविलीं होतीं. यांपैकीं धातुपाठाचा उल्लेख क्षीरस्वामीनें केलेला आहे. वामनाचार्य उज्वलदत्त रायमुगुट यांनीं लिंगानुशासनाचा उल्लेख केला आहे. गणपाठ या नांवाचा स्वतंत्र ग्रंथ जरी उपलब्ध नाहीं तरी त्याचा सूत्रवृत्तींत समावेश केला असल्यानें त्याचें अस्तित्व गृहीत धरून चालणें भाग आहे. वर्णसूत्रें हा ग्रंथ पाणिनीच्या शिक्षाग्रंथासारखा अगदीं लहान ग्रंथ असून त्यांत वर्णांचीं स्थानें व प्रयत्न यावद्दलची माहिती ४० सूत्रांत दिली आहे. परिभाषेसंबंधाचें चंद्रसंप्रदायाचें असें एकहि पुस्तक आपणांस उपलब्ध नाहीं. याखेरीज शिष्यलेखा नांवाचें एक काव्य व लोकानंद नांवाचें एक नाटक चंद्राचें म्हणून आहे, पण त्यांत कांहीं अर्थ नसून तीं बहुधा विशेष महत्वाचीं नसावींत.

चांद्र संप्रदायाच्या ऱ्हासाचें कारण.—चांद्र संप्रदायाच्या ग्रंथांचा संग्रह एवढा मोठा असतांना हा संप्रदाय हिंदुस्थानांतून अजीबात नाहींसा झाला याचें मुख्य कारण, हा संप्रदाय विशिष्ट पारमार्थिक पंथासाठीं काढलेला होता हें होय. याचीं मतें बौद्ध संप्रदायाचीं असल्याकारणानें त्या संप्रदायाबरोबरच याचाहि लोप झाला असावा. तथापि तिबेटांत अजून सुद्धां या संप्रदायाच्या ग्रंथांचा अभ्यास जारीनें चालू आहे असें सांगतात.

चांद्र संप्रदायाचे तिबेटकडे प्रचारांत असलेले ग्रंथ.—हे ग्रंथ पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत. ते संस्कृतमध्यें आहेत किंवा यांचें तिबेटी भाषेंत अक्षरशः भाषांतर आहे.

(१) पा णि नी च्या अ ष्टा ध्या यी शीं जु ळ णा रे सू त्र पां ठ.–याचे सहा भाग आहेत. इ. स. १३५६ मध्यें लिहिलेली संपूर्ण हस्तलिखित प्रत अलीकडे हिंदुस्थान सरकारला नेपाळांतून मिळाली असून ती आतां कलकत्ता शहरीं आहे. शिवाय याचे कित्येक भाग केंब्रिज येथें असून संपूर्ण भाषांतर तंजावर येथें आहे.

(२) सू त्र वृ त्ति.—हा फार महत्वाचा ग्रंथ असून त्याची भाषापद्धति आणि विषयविवेचन काशिकावृत्तीशीं इतकें जुळतें कीं, यांत बहुतेक स्वतः चंद्रगोमिन् याचेंच मूळ स्पष्टीकरण असावें असें वाटतें. ग्रंथसमाप्तीमध्यें, हा ग्रंथ धर्मदास यानें लिहिला असा उल्लेख आहे; परंतु धर्मदास हा चंद्रगोमिन् याचा शिष्य असावा व त्यानें आपल्या गुरूचे शब्द जसेचे तसेच उतरून घेतले असावेत. सटीक सूत्रांची हस्तलिखित पूर्ण प्रत खाटमांडू येथील ग्रंथालयांत आहे.

(३) सू त्र प द्ध ति.–सूत्रपाठाच्या पहिल्या व दुसऱ्या भागाचे कित्येक तुकडे केंब्रिज येथें राखून ठेविले आहेत.

(४) चं द्र अ लं का र.—ही एका अज्ञात ग्रंथकारानें लिहिलेली सूत्रपाठाची टीका होय. पांचव्या व सहाव्या भागासंबंधीं एक तुटक पुस्तक प्रो० बेन्डॉल यांनां नेपाळांत मिळालें असून तें सध्यां त्यांच्या ताब्यांत आहे.

(५) अ धि का र सं ग्र ह.—हें एक चमत्कारिक लहानसें पुस्तक आहे. यांत चंद्रसूत्राचे ठळक नियम अथवा अधिकार असून ते किती सूत्रांनां लागू पडतात हें दाखविलें आहे. हें फक्त तंजावर येथें आहे.

(६) धा तु पा ठ.–या ग्रंथांत चांद्र पद्धतीप्रमाणें धातू एके ठिकाणीं दिले आहेत. ही पद्धत पाणिनीच्या रचनेहून निराळी आहे. याचीं दोन निरनिराळीं भाषांतरें डॉ० लिबिशला तंजावर येथें मिळालीं व त्यांच्या साहाय्यानें पुढें केंब्रिज संग्रहांत मूळ संस्कृत प्रतहि सांपडली.

(७) धा तु पा रा य ण.–हा ग्रंथ पूर्णचंद्रानें लिहिलेला असून बहुशः चांद्र शाखेपैकीं असावा. हा माधवीय धातुवृत्तीशीं जमत असून प्रो० बेंडॉल यांनीं नेपाळांत विकत घेतला होता. सध्यां हा केंब्रिज संग्रहांत आहे.

(८) ग ण पा ठ.—ज्या प्रमाणें काशिकावृत्तीमध्यें पाणिनीचा गणपाठ आहे त्याप्रमाणें सूत्रवृत्ति [नं. २] मध्यें चांद्र पद्धतीच्या गणांचा समावेश केलेला आहे.

(९) उ णा दि सू त्र.—हें तंजावर येथें आहे. चंद्रगोमिन् यानें आपले उणादि प्रत्यय तीन पुस्तकांत अंत्य अक्षरांच्या अनुक्रमाप्रमाणें रचलेले आहेत. पहिल्या पुस्तकांत 'अ' शिवाय सर्व स्वरान्त प्रत्यय आहेत; दुसऱ्यांत 'क' पासून 'य' पर्यंत 'अ' स्वरान्त प्रत्यय आहेत; तिसऱ्यांत बाकीचे र पासून ह पर्यंत 'अ' स्वरान्त प्रत्यय, क्विप् प्रत्यय व व्यंजनान्त प्रत्यय आहेत.

(१०) उ णा दि वृ त्ति.—ही उणादिसूत्रांवरील उत्कृष्ट टीका आहे. हा ग्रंथ फक्त तंजावर येथें आहे. उणादि प्रत्ययांपासून साधित शब्द व त्यांचे समानार्थी संस्कृत शब्द व तिबेटी भाषेंतील भाषांतर हीं या ग्रंथांत दिलीं आहेत.

(११) उ प स र्ग वृ त्ति.—या ग्रंथांत चंद्रगोमिन् यानें संस्कृत भाषेंतील वीस धातुप्रत्ययांचें अथवा प्रत्ययांचें स्पष्टीकरण केलें आहे. हा फक्त तंजावर येथें आहे.

(१२) व र्ण सू त्र.—पाणिनीय शिक्षेसारखा, वर्णशास्त्राचे नियम असलेला चंद्रगोमिन् याचा ग्रंथ. प्रो. बुह्लर यांनां हा ग्रंथ काश्मीरमध्यें सांपडला. शिवाय तंजावर येथें त्याचें एक भाषांतर आहे.

(१३) व र्ण सू त्र वृ त्ति.—चॉस–क्यिॅान म्हणजे धर्मपाल यानें ११९ श्लोकांत वर्णसूत्रावर लिहिलेली टीका. हा ग्रंथ तंजावर येथें राखून ठेविलेला आहे.

(१४) प रि भा षा सू त्र.—या ग्रंथांत चांद्रपद्धतीच्या स्पष्टीकरणार्थ नियम दिले आहेत. प्रो०बुह्लर यांनां हा ग्रंथ काश्मीर मध्यें मिळाला.

(१५) बा ला व बो ध न.—हें एक चांद्रपद्धतीचें संस्कृत व्याकरणावर प्रमाणभूत पुस्तक आहे. वरदराजाच्या लघुकौमुदीशीं या पुस्तकाचें साम्य आहे. हें इ. स. १२००च्या

सुमारास कस्सप अथवा कश्यप नांवाच्या बुद्ध भिक्षूनें संस्कृताचें अध्ययन सुलभ व्हावें म्हणून लंकाद्वीपांत लिहिलें. या पुस्तकाच्या उदयानें या बेटांतलि मूळ चांद्र व्याकरणाचा लय झाला. त्याचा नंतर विल्यम (गुणतिलक) यानें शर्थी लावला व याचा एक तृतीयांश भाग प्रकाशित केला. कोलंबोच्या मोंडिस गुण शेखर यांनीं डॉ० लीबिशला या ग्रंथाची एक संपूर्ण प्रत नजर केली होती.

(१६) ति ङ न्त.–चांद्रपद्धतीप्रमाणें धातु चालविण्यासंबंधीं एक ग्रंथ. हा फक्त तंजावर येथें आहे.

(१७) सु ब न्त र त्ना क र.–म्हणजे नामांची रत्नखाण. चांद्र पद्धतीचें लिंग आणि अंत्य अक्षर यांच्या लावलेल्या अनुक्रमानें नामांच्या संग्रहाचें पुस्तक. हें फक्त तंजावर येथें आहे.

(१८) व्या क र ण सु ब न्त.—चांद्र पद्धतीप्रमाणें नामें चालविण्याविषयीं पुस्तक. हें फक्त तंजावर येथें आहे.

(१९) वि भ क्तौ–का रि का.–नामें चालविण्याविषयीं ईश्वरभद्र अथवा सिंहभद्र याचें पुस्तक. हें फक्त तंजावर येथें आहे.

(२०) सं बं ध उ द्दे श अथवा च ण्ड वृ त्ति.–हें चण्डदास कायस्थ यानें श्लोकांत लिहिलेलें वाक्यरचनेविषयीं एक लहानसें पुस्तक आहे. याची मूळ हस्तलिखित प्रत डॉ० एस. व्हॉन ओल्डेनवर्ग यांच्या ताब्यांत सेंट पिटर्सबर्ग (पेट्रोग्रेड) येथें होती तिचें तिबेटी भाषेंतील भाषांतर तंजावर येथें आहे.

(२१) च ण्ड वृ त्ति–वि व र ण.—संबंधउद्देशावरील टीका. ही डॉ० एस्. व्हॉन, ओल्डेनवर्ग यांच्या ग्रंथालयांत आहे. [इं. अँ. पु. २५ पृ. १०३–१०५]

सिंहलद्वीपांतील चांद्र संप्रदायाचा प्रचार.—चंद्र व्याकरणाचा प्रचार जसा तिबेटमध्यें झाला तसाच तो सिंहलद्वीपांतहि झाला. पण तेथें ग्रंथकारापेक्षां पद्धति आणि तत्त्वेंच पसरलीं असें म्हटलें पाहिजे. वास्तविक तो बौद्ध लोकांचा देश असल्यानें तेथें चांद्र संप्रदायी ग्रंथ सांपडावयास पाहिजेत. परंतु, मूलग्रंथांपैकीं एकहि ग्रंथ तेथें सांपडत नाहीं. याचें कारण असें आहे कीं, बौद्धसंप्रदायाच्या काश्यप नांवाच्या एका भिक्षूनें बालावबोधन नांवाचें एक व्याकरण चंद्र संप्रदायाला अनुसरूनच लिहिलें. परंतु त्याची रचना वरदराजाच्या लघुकौमुदीसारखी असल्यामुळें चंद्र संप्रदायाच्या ग्रंथांपेक्षां हा ग्रंथच अधिक लोकप्रिय होऊन ते सर्व ग्रंथ मागें पडले. अशा स्थितींत या संप्रदायाचा आणखी इतिहास सांगतां येत नाहीं.

जैनेंद्र व्याकरण.—जैनेंद्र व्याकरणाच्या ग्रंथकर्तृत्वनिर्णायक आणि व्याकरणशास्त्रचिकित्सक वादविवादांत महत्वाचे दोन लेख आहेत. ते दोन्ही लेख देऊन या विषयाला प्रारंभ करावा. एक लेख डॉ० कीलहॉर्न यांचा इंडिअन अँटिक्वरी पु. १० मध्यें आहे. आणि दुसरा प्रोफेसर पाठकांचा पुस्तक १२ मध्यें आहे. कीलहार्नच्या लेखाकडे प्रथम लक्ष देऊं.

जैनेंद्र व्याकरणाच्या म्हणून समजल्या जाणाऱ्या (कारण हें देवनन्दि नांवाच्या मनुष्यानें केलें असावें, असा उल्लेख मिळतो) अशा पुण्याच्या डेक्कन कॉलिजमध्यें खालील सरकारी हस्तलिखित प्रती आहेत.

१. (अ) ३१४ पानांचा कागदावरील जैनेन्द्रव्याकरणमहावृत्ति नांवाचा हस्तलेख.—त्यांत 'अभयनन्दिमुनी' यांचे टीकेसहित.१-१-१ पासून ४–३–३० इतकीं मूळ सूत्रें आहेत.

(ब) ७५ पानांचा वरच्या पुढील सूत्रांचा म्हणजे ४-४-१४३ (नैकाचः पाणिनीचें ६–४–१६३) पासून शेवटपर्यंत (५-४-१२४).

२. (अ) सोमदेवयति किंवा मुनीश्वर (सोममार व्रतिप) याच्या शब्दार्णवचंद्रिका नांवाच्या संक्षिप्त टीकेसहित कागदावरील २६२ पानांचा संपूर्ण सूत्रांचा हस्तलेख.

(ब) जुन्या भूर्जपत्रावरील वरच्याच ग्रंथाचा ३०० पानांचा परंतु हल्लीं फारच अव्यवस्थित असलेला हस्तलेख. शब्दार्णवचन्द्रिकेच्या हस्तलेखांवरून हा ग्रंथ इ. स. १२०५ त भोजदेवाच्या (दुसऱ्या भोजाच्या) वेळेस केलेला दिसतो. कोल्हापूर प्रांतांत आजुरिका (आजरें ?) येथें गंडरादित्य देव यानें स्थापन केलेल्या जिनालयांत सांपडला आहे.

३. कागदावरील १३८ पानांचा हस्तलेख. ग्रंथनाम पंचवस्तु. कौमुदीच्या सारखी याची पद्धति आहे. या लेखाच्या शेवटीं सर्व ग्रंथ देवनन्दि याचा आहे असें म्हटलें आहे.

वर जे हस्तलेख सांगितले त्यांच्या दोन जाती करतां येतील. अभयनन्दिन् आणि पञ्चवस्तुकं यांनीं त्यांतले त्यांत संक्षिप्त घेतली आहे, आणि सोमदेवाच्या टीकेची मोठी आहे.

सर्व संस्कृत व्याकरणांत हें वरेंच कमी दर्जाचें ठरतें. कारण यांत फारसा नवेपणा नाहीं. यांतील मुख्य तत्त्व म्हणजे 'अर्धा स्वर कमी झाला म्हणजे पुत्रोत्सवासारखा आनंद.' म्हणजे होतां होईल तितकीं सूत्रें लहान करणें. त्यांतच ग्रंथकर्त्यानें आपली अल्प बुद्धि खर्च केली आहे. बाकी उपयुक्ततेच्या मानानें व्याकरण फारच कमी दर्जाचें ठरतें.

१. आघाता (अॅक्सेंट)च्या नियमांपैकीं उदात्त, अनुदात्त आणि स्वरित यांचे सर्वसाधारण नियम मात्र ठेविले आहेत. बाकी सर्व गाळले आहेत.

२. सूत्रांत होतां होईल तों लहान शब्द वापरले आहेत. उदाहरणार्थ–विभाषा (वा), औपम्य (इव), परस्मिन् (परे)—वगैरे.

३. नवीन अगदीं आंखूड पारिभाषिक शब्द तयार केले आहेत. उदाहरणार्थ –ह्रस्व(प्र), दीर्घ (दी), प (प्लुत). स (समाप्त), त (निष्ठा), वाच् (उपपद) वगैरे.

४. प्रत्येक विभक्तीचें नांव 'विभक्ति' या शब्दांतील प्रत्येक व्यंजनास 'आ' व स्वरास 'प्' लावून केलें आहे जसें वा. (प्रथमा), इप् (द्वितीया), भा (तृतीया) अप्

(चतुर्थी), का (पंचमी), ता (षष्ठी), इप् (सप्तमी). आणि शेवटीं संबुद्धीला 'कीं' असें नांव आहे.

५. स्पर्धे परम् [किंवा, विप्रतिषेधे परं कार्यम् (पाणिनी] या नियमाचें कार्य दाखविण्यास नवीन युक्ति योजिली आहे. जेथें दोघांचा विरोध येईल तेथें नपुसकलिंगी पारिभाषिक शब्दाच काय गौण म्हणून सोडून द्यावयाचें. जसें—ह: (गुरु) याचा जोर घि (लघु पेक्षां) जास्त, व द: (आत्मनेपद) याचा जोर मम् (परस्मैपद) पेक्षां जास्त समजावयाचा.

६. एकाच नामावरून त्याच जातीचीं सगळीं स्वाभाविकच समजलीं जातात (स्वाभाविकत्वादभिधानस्यैकशेषानारम्भः). सबब एकशेष प्रकरण सबंध गाळलें आहे. म्हणून यास 'अनेकशेष व्याकरण' म्हटलें आहे.

७. पाणिनीनें 'विभाषा' दाखविण्याकरितांच निरनिराळ्या आचार्यांचीं नांवें दिलीं आहेत, सबब तीं गाळलीं आहेत.

बोपदेवाच्या धातुपाठांतील उल्लेखावरून पहिल्यानें 'जैनेंद्र व्याकरण' असावें हें माहित झालें. 'जैनेंद्र' हें बोपदेवानें काल्पनिक नांव बनविलें असावें, कारण शब्दार्णवचन्द्रिकेच्या हस्तलेखी प्रतीवरून या व्याकरणाचा कर्ता 'पूज्यपाद' असावा असें बहुतेक खात्रीलायक दिसतें. आणि हा 'जिनां'-पैकीं शेवटचा होता म्हणून याचा 'जिनेन्द्र' या नांवानें बरेच वेळां उल्लेख आला आहे. हा 'पूज्यपाद महावीर' या नांवानें ओळखिला जात होता.

तो जेव्हां आठ वर्षांचा झाला तेव्हां आईबापांनीं त्याला गुरुगृहीं पाठविला. त्याच वेळीं इन्द्राचें सिंहासन हालल्यामुळें त्याला मृत्युलोकीं काय चाललें आहे हें समजून तो खालीं आला आणि त्या मुलास प्रश्न करूं लागला. त्यानें गुरूस न येणाऱ्या अशा व्याकरणांतील प्रश्नांचीं उत्तरें दिलीं; आणि बरेच नवीन नियम स्वतः तयार केले. हेंच तें 'जैनेन्द्र व्याकरण' अशी याबद्दल दंतकथा आहे. जैन लोकांची नेहमींचीच चाल आपले अनेक ग्रंथ 'जिनेन्द्र महावीर' या नांवावर प्रसिद्ध करण्याची असल्यामुळें दुसरा कोणी 'मर्त्य' याचा 'कर्ता' आहे काय असें पहावें लागतें. तसें पाहूं गेल्यास तो देवनन्दी असावा अशाबद्दल बरेच पुरावे सांपडतात. त्यांतील एक असा कीं, ग्रंथकर्त्यानें आपलें नांव पहिल्याच श्लोकांत सूचित केलें आहे तो श्लोक—

लक्ष्मीरात्यन्तिकी यस्य निरवद्यावभासते ।
देवनन्दितपूजेशे नमस्तस्मै स्वयंभुवे ॥

आतां प्रो. पाठकांच्या लेखाकडे वळूं.

पूज्यपाद व जैनेंद्र व्याकरण या ग्रंथांचें कर्तृत्व.— डॉ. कीलहॉर्न साहेबांच्या मतें, जैनेंद्र या संस्कृत व्याकरणाचा कर्ता, जैन तीर्थंकरांपैकीं शेवटील जो महावीर तो होता. व 'पूज्यपाद' हें त्याचेंच सन्मानदर्शक नांव आहे (इं. अँ. पु. १० पा. ७५–७९ पहा). पण रा० पाठक यांनीं असें सिद्ध केलें आहे कीं, (१) पूज्यपाद या नांवाचा एक खरोखरीचा ग्रंथकार होऊन गेला; (२) त्यानें 'जैनेंद्र' हें संस्कृत व्याकरण लिहिलें (३) या पूज्यपादाचें 'देवनंदी' असें दुसरें नांव होतें; (४) याचा शक ६५१ होता; (५) बारा शतकें होऊन गेलीं तरी याचे पुष्कळ ग्रंथ दक्षिण हिंदुस्थानांत प्रसिद्ध आहेत.

(१) पूज्यपाद हा खरोखरीचा एक ग्रंथकार होऊन गेला हें दाखविण्याकरितां आधार, कर्नाटकांतील अर्थदास, इंद्रभूति व नागचंद्र या जैन कवींच्या काव्यांतील 'प्रशस्ति' यांचा आहे.

(२) पूज्यपादानें 'जैनेंद्र' लिहिलें या विधानास आधार मितगति याच्या धर्मपरीक्षा या ग्रंथाचें वृत्तविलास यानें कानडींत केलेलें भाषांतर यांतील 'प्रशस्ति'चा आहे. सोमदेवहि तेंच म्हणतो. पट्टावलीवरूनहि हेंच शावित होतें.

(३) पट्टावलीवरून त्याचें नांव देवनंदी होतें हें सिद्ध होतें.

(४) मेघनंदीचा श्रावकाचार व समाधिशतक या ग्रंथावरील मेघचंद्राची टीका यांवरून या पूज्यपादाचा काल शक ६५१ हा होता असें सिद्ध होतें (इं. अँ. पु. १२ पा. १९-२१).

या दोन लेखांत येऊन गेलेला मजकूर देऊन डॉ. वेलवलकर देवनंदीच्या ग्रंथकर्तृत्वाबद्दल आतां शंका रहात नाहीं असा अभिप्राय व्यक्त करतात. या देवनंदीला पूज्यपाद या दुसऱ्या नांवानेंहि ओळखतात. डॉ. कीलहॉर्न यांच्या मतें पूज्यपाद हें टोपण नांव असावें. शेवटल्या तीर्थंकराच्या नांवावर ग्रंथ विकला जावा एवढ्यासाठीं कोणीतरी मागील लेखकानें हें नांव घेतलें असावें असें ते म्हणतात. परंतु, प्रोफेसर पाठक यांनीं हा सूत्रकर्ता देवनंदी व पूज्यपाद हे दोघे एकच असें आतां निश्चयानें सिद्ध केलें आहे.

जैनेंद्र व्याकरणाचा काल.—या संप्रदायाची सुरुवात चंद्रसंप्रदायाबरोबरच झाली. 'इंडियन अँटिक्करी' आक्टोबर १९१४च्या अंकामधील प्रो. पाठकांच्या जैन शाकटायनावरील निबंधांत त्यांनीं जैनेंद्रव्याकरण इसवी सनाच्या पांचव्या शतकाच्या उत्तरार्धांत घालण्याचा प्रयत्न केला आहे. आपल्या म्हणण्याच्या समर्थनार्थ त्यांनीं जीं प्रमाणें दिलीं आहेत तीं हीं:—(१) जैनेंद्रव्याकरण काशिकाकारांनां माहीत होतें असें दिसतें (काशिका ३. ३. ४०) 'हस्तादेयेऽनुद्धस्तेवे चेः' हें जैनेंद्राचें सूत्र गृहीत धरून नंतर काशिकाकारांनीं 'उच्चस्य प्रतिषेधोवक्तव्यः' हें सूत्र लिहिलें आहे. (२) या व्याकरणसूत्रांत ईश्वरकृष्णाचा उल्लेख व सौरमानाप्रमाणें गुरूचीं प्रदक्षिणा बारा वर्षांत पुरी होते या गोष्टींचा उल्लेख येतो. सूत्र ३.३.१३४ यांत 'भृगुवत्साग्रायण वृषगण ब्राह्मण वसिष्ठे' येथें वृषगण या शब्दानें ईश्वरकृष्ण उद्दिष्ट आहे. कारण, वार्षगण्य हें ईश्वरकृष्णाचेंच नांव होय. सौरमानाची पद्धत पूर्वींचे जे कदम्ब राजे, त्यांच्या, म्हणजे त्यांशीं समकालीन जे 'गुप्त' राजे त्यांच्या वेळीं अमलांत होती. (३) जैनेंद्राचे उल्लेख नवव्या शतकाच्या पुढील ग्रंथांतून आढळतात, त्यांवरून गोळा होणारा पुरावा: शाकटायनाच्या शब्दानुशासनांत (इ. स. १०२५)

जैनेंद्रापासून घेतलेल्या गोष्टी बऱ्याच आहेत. डॉ. पीटर्सनच्या माहितीप्रमाणें इ. स. ८५३ मधल्या दिगंवरदर्शनशास्त्रामध्यें द्राविड संघाचा स्थापक पूज्यपादाचा एक शिष्य होता असा उल्लेख आहे. (४) शेवटीं लक्ष्मेश्वर येथील शंखवस्ति देवालयांतील एका शिलालेखांत शके ६५२ त म्हणजे इ. स. ७३० त श्रीपूज्यपादांनीं आपल्या एका शिष्यास देणगी दिल्याचा उल्लेख आहे. पण पूज्यपाद अनेक असण्याचा संभव असल्यानें या शेवटच्या गोष्टीवर तितका भरंवसा ठेवितां येत नाहीं.

जैनेंद्र व्याकरणाचे दोन पाठ--जैनेंद्र व्याकरणाचे दोन पाठ आहेत. एक अभयनंदी नांवाच्या टीकाकारानें स्वीकारिलेला पाठ. त्यांत ३०० सूत्रें आहेत. दुसऱ्या पाठांत यापेक्षां जवळ जवळ ७०० सूत्रें अधिक असून शिवाय शब्दांचे कित्येक किरकोळ फेरबदल आहेत. हा पाठ शब्दार्णवचंद्रिका या टीकेचा कर्ता जो सोमदेव त्यानें स्वीकारिलेला आहे. ही टीका इ. स. १२०५ मध्यें लिहिली गेली असें त्याच्याच म्हणण्यावरून दिसतें. या दोहोंपैकीं, दुसराच पाठ अधिक खरा होय असें दाखविणारा पुरावा प्रो. पाठक यांनीं जमविला आहे.

जैनेंद्र व्याकरणाचें स्वरूप.—जैनेंद्र व्याकरणांत स्वयंप्रकाशित बुद्धिमत्तेची झांक कोठेंच नाहीं. त्याचें व्याकरण म्हणजे पाणिनीचीं सूत्रें व वार्तिकें यांचा संक्षिप्त संग्रह होय. संक्षेप करण्यांत मात्र यानें आपली पराकाष्ठा केली आहे. 'विभाषा' बद्दल 'वा' किंवा 'मनुष्या' बद्दल 'नृ' घालणें असे संक्षिप्तीकरणाचे प्रसंग सुद्धां त्यानें वायां जाऊं दिले नाहींत. त्यानें याच गोष्टीच्या भरीं पडून 'प्रत्यय' बद्दल 'त्य' 'कर्मधारय' याच्याबद्दल 'य' 'परस्मैपद' याच्याबद्दल 'म' 'आर्धधातुका' बद्दल 'अग' असे नवीन पारिभाषिक शब्द उपयोगांत आणिले आहेत. त्यामुळें त्याच्या व्याकरणाचा अभ्यास करण्याचें काम कल्पनेबाहेर प्रयासाचें होऊन बसलें आहे. दिगंबर संप्रदायाच्या लोकांच्या वहिवाटीप्रमाणें देवनंदी उर्फ पूज्यपाद यानेंहि उद्धृत केलेल्या मजकुराच्या ग्रंथांचें अगर ग्रंथकारांचें नांव कोठेंहि दिलेलें नाहीं. त्याच्या सर्व सूत्रांत सहा नांवांचा उल्लेख आहे. परंतु, हीं सर्व नांवें कल्पना सृष्टींतील आहेत असें कीलहॉर्नप्रभृति विद्वानांचें मत आहे. आधारावांचून उगीच नांवांचा उल्लेख करणें हा प्रकार या संप्रदायांतच आढळतो असें नाहीं. याबद्दल आजच कांहीं निश्चित लिहितां येत नाहीं ही दुर्दैवाची गोष्ट होय.

जैनेंद्र संप्रदायाचें उपलब्ध वाङ्मय.—अभयनंदी व सोमदेव यांच्या दोन टीका एवढेंच काय तें जैनेंद्र संप्रदायाचें उपलब्ध वाङ्मय आहे. अर्थात् व्याकरणसूत्रें आहेतच. सोमदेव हा शिलाहार राजा भोजदेव याचा समकालीन असून आजुरिका येथील राहणारा होता असें त्याच्या म्हणण्यावरून दिसतें. आजुरिका व कोल्हापूर संस्थानांतील आजरें हीं एकच असावींत असें वाटतें.

जैनेंद्र सूत्रांचा 'पंचवस्तु' नांवाचा आणखी एक संक्षेप केलेला आहे. याचा उपयोग नवशिक्या लोकांकरितां आहे. या ग्रंथांत अभयनंदीचा सूत्रपाठ प्रमाण धरलेला आहे. हा ग्रंथ देवनंदीचा म्हणतात, पण ती चूक आहे. पंचवस्तु ग्रंथाचें उपोद्घातप्रकरण प्रक्षिप्त असावें असें दिसतें. यांत प्रत्याहारविचार असून सर्व ग्रंथाचा कर्ता कोणी आर्यश्रुतकीर्ति हा होता असें त्यांत म्हटलें आहे. हाच या रूपांतराचा कर्ता म्हणावयाचा कीं काय? श्रुतकीर्तीचा काल अजमासें इ० स० १०४५ असावा असें प्रो. पाठक म्हणतात.

तेराव्या शतकापासूनचा जैनेंद्र संप्रदायाचा इतिहास फारसा अवगत नाहीं. या संप्रदायांतील ग्रंथांचा अभ्यास दक्षिणहिंदुस्थानांत दिगंवर जैन लोकांपैकीं एखाददुसरा विद्यार्थी करतो.

शाकटायन संप्रदाय.—शाकटायनाचा शब्दानुशासन हा ग्रंथ मुख्यतः श्वेतांवर जैन लोकांकरितां लिहिलेला आहे. याच्या वरच्या टीका व. गणरत्नमहोदधि, माधवीय धातुवृत्ति इत्यादि ग्रंथांतून आलेले याचे उल्लेख यांवरून पाहतां या ग्रंथाचा श्वेतांवर जैनांपेक्षां इतर लोकांतच जास्त प्रचार होता असें दिसतें. परंतु इतकी लोकप्रियता मिळविण्याची या ग्रंथाची योग्यता नाहीं. कारण, यांत स्वतंत्र असा भाग फारच थोडा आहे. याचा कर्ता शाकटायन हा अलीकडचा आहे. पाणिनीच्या अष्टाध्यायींत व यास्काच्या निरुक्तांत ज्याचा उल्लेख आढळतो तो शाकटायन हा नव्हे. याला अभिनवशाकटायन म्हणतात; व या नांवानें याचे उल्लेख केलेले बोपदेवाच्या कामधेनूमध्यें व हेमचंद्रामध्यें आपणांस सांपडतात. शाकटायनावर प्रो. पाठक यांनीं इंडियन अँटिकरि पुस्तक ४३, ४४, ४५, मध्यें एक लेख लिहिला त्यांत त्यांनीं (१) शब्दानुशासन व अमोघवृत्ति हे दोन्ही ग्रंथ शाकटायनानेंच लिहिले; (२) हा शाकटायन श्वेतांबर जैन होता; (३) शाकटायन पहिल्या अमोघवर्षाच्या कारकीर्दींत होऊन गेला व त्यानें आपली अमोघवृत्ति शके ७३६ व ७८९ यांच्या दरम्यान लिहिली; (४) काशिकाकार न्यासकार व कुमारिल यांच्या नंतर व दयापाल, प्रभाचंद्र व अभयसूरी यांच्या अगोदर शाकटायन होऊन गेला असा पुरावा सांपडत असल्यामुळें वरील कालनिर्णयास पुष्टि मिळते असें दाखविलें आहे. त्यांच्या लेखांचा गोषवारा येणें प्रमाणें:

जैन शाकटायनाची अमोघवृत्ति यक्षवर्म्याच्या चिंतामणी नंतर लिहिली गेली असें प्रो. कीलहॉर्न यांनीं प्रतिपादन केलें आहे. परंतु यक्षवर्म्यानें आपल्या चिंतामणीच्या प्रास्ताविक प्रशस्तींत असें स्पष्ट म्हटलें आहे कीं "शाकटायन ...यदुपक्रमं शब्दानुशासनं सार्वं तस्यातिमहती (तीं) वृत्तिं संहृत्य इयं लघि (घी) यासि (सी) वृत्तिर्वक्ष्यते यक्षवर्मणा" [चिंतामणीची प्रशस्ति श्लोक ३–७] (ज्या शाकटायनानें शब्दानुशासन नांवाचा सर्वलोकोपयोगी आपला मूळ ग्रंथ लिहिला त्याच्या अमोघवृत्तीस संक्षिप्तरूप देऊन यक्षवर्मा आपली

वृत्ति लिहितो). अमोघवृत्ति व चिंतामणि यांचा तुलनात्मक अभ्यास केला असतां असें आढळून येईल कीं यक्षवर्म्यानें मधून मधून कांहीं कमी महत्त्वाचे शब्द गाळून अमोघवृत्तींतील वाक्यें अनेक वेळां आपल्या ग्रंथांत जशींच्या तशींच घेतलीं आहेत [उदाहरणार्थ दोन्ही ग्रंथांतलि प्रशस्तींचीं शेवटचीं वाक्यें व शाकटायन सूत्रें १,१,१७ आणि ५,६,२०७ यांवरील वार्तिकें पहा]. क्वचित् प्रसंगीं या संक्षेपासुळें त्याच्या वार्तिकाचा अर्थ समजणेंहि दुर्लभ होतें. उदाहरणार्थ 'सः समानस्य धर्मादिषुच' यावर वार्तिक लिहितांना धर्मादिगण हा शब्द शाकटायनानें नवीन तयार केला असल्यासुळें तो आपल्या वार्तिकांत [अमोघवृत्ति २.२.१०९] धर्मादि गणांतील सर्व शब्द देतो; परंतु यक्षवर्मा आपल्या चिंतामणींत गण बिलकुल देतच नाहीं. वर दिलेल्या उदाहरणांवरून अमोघवृत्ति हा ग्रंथ चिंतामणीच्या पूर्वीं लिहिला गेला आहे एवढेंच सिद्ध होत नसून, शब्दानुशासन व त्यावरील अमोघवृत्ति हे दोन्हीहि ग्रंथ शाकटायनानेंच केले आहेत असेंहि दृष्टोत्पत्तीस येतें.हीं सूत्रें व त्यांवरील वृत्ति या दोहोंचाहि कर्ता एकच आहे ही गोष्ट म्हैसूरच्या चिक्कदेव (इ. स. १६७२-१७०४) राजाच्या कारकीर्दींत होऊन गेलेल्या चिदानंदकवीस देखील ठाऊक होती असें दिसतें [कर्नाटक शब्दानुशासन, प्रस्तावना, पृ. २]. चिंतामणीच्या प्रशस्तींतील तिसऱ्या, चवथ्या व पांचव्या श्लोकांत शाकटायनानें शब्दानुशासन ग्रंथ लिहिला असें अगदीं स्पष्ट शब्दांत सांगितलेंच आहे. परंतु त्यानेंच अमोघवृत्तीहि लिहिली या विषयीं जर कोणास अजून शंका राहिली असेल तर त्यांनीं वर्धमानानें आपल्या गणरत्नमहोदधींत—अमोघवृत्तींत असलेलीं परंतु शब्दानुशासनांत नसलेलीं—कांहीं विधानें शाकटायनाच्याच नांवावर दिलीं आहेत [गणरत्नमहोदधि (बनारस आवृत्ति) पृ. ८२—अमोघवृत्ति २.१.५७ आणि गणरत्न महोदधि पृ. ९०—अमोघवृत्ति २.१.७९] तिकडे लक्ष द्यावें म्हणजे खात्री होईल.

उपर्युक्त वर्धमानाच्याच सांगण्यावरून शाकटायन हा श्वेतांबर जैन होता असें आपणांस कळतें [शालातुरीय शकटांगज चंद्रगोमि दिग्वस्त्र भर्तृहरि वामनभोजमुख्याः॥ हा श्लोक पहा. जैनेंद्र व्याकरणाचा कर्ता देवनंदी याच्याच बद्दल दिग्वस्त्र हा शब्द वापरला आहे असें वर्धमान म्हणतो. म्हणजे शकटांगज अथवा शाकटायन श्वेतांबर होता असाच त्याच्या म्हणण्याचा उद्देश दिसतो]. शाकटायनानें आपल्या अमोघवृत्तींत श्वेतांबरांच्या ग्रंथांतूनच उदाहरणें [(अ) एतकमावश्यकमध्यापय अथो एनं यथाक्रमं सूत्रं । इममावश्यकमध्यापय अथो एनं यथाक्रमं सूत्रं। (अमोघ,१.२.२०३-२०४.); (आ) भवता खलु छेदसूत्रं वोढव्यंनिर्युक्तीरधीष्व निर्युक्तीरधीते (अमोघ, ४.४.१३३.४०). (इ) उपसर्वगुरुं व्याख्यातारा। उप विशेष वादिनं कवयः (अमोघ, १.३.१०४); (ई) कालिकासूत्रस्यानध्यायदेशकालाः पाठिताः ।(अमोघ, ३.२-७४);] घेतली असल्यामुळें व त्यांत आवश्यक व निर्युक्ति या श्वेतांबरीय ग्रंथांचा अभ्यास करण्याविषयीं उपदेश केला असल्यामुळें तो श्वेतांबर जैन होता या विधानास अधिकच पुष्टि येते. असें असतांहि त्याच्या मागून कित्येक वर्षांनीं झालेल्या हेमचंद्रास (इ. स १०८८–११७०) श्वेतांबर लोक चुकीनें आपला आद्य व्याकरणकार समजतात; व दिगंबर लोक तर पाणिनीच्या पूर्वीं होऊन गेलेला शाकटायन व हा शाकटायन एकच आहे असें समजतात. खरें पाहिलें असतां हेमचंद्रानें पुष्कळ वेळां आपल्या बृहद्वृत्तींत अमोघवृत्तींतील जसेचे तसेच उतारे घेतले आहेत [उ०-अमोघ० ३.३.३४–बृहद्० ७.१.१०९; अमोघ० ३.१.१६६–बृहद्. ६.३.१५७- व अमोघ० ३.१.१६८–बृहद्० ६.३. १५८].

शब्दानुशासन सूत्र ४.३.२०७ यावरील अमोघवृत्तीच्या वार्तिकांतील 'अदहदमोघवर्षो (र्षो) रातीन्' या लङ् काळाच्या उपयोगासंबंधीं दिलेल्या उदाहरणावरून शाकटायनाच्या अमोघवृत्तीचा काळ आपणांस ठरवितां येतो. कारण एका राष्ट्रकूट अंकितलेखांत पहिल्या अमोघवर्षाविषयीं असें म्हटलें आहे कीं, 'भूपालात् (न्) कटकाभि (मान्) सपदि विघटितान् वेष्टइ (यि) त्वा ददाह' यावरून असें दिसतें कीं, येथें ज्या ऐतिहासिक गोष्टीचा उल्लेख आला आहे, ती शाकटायनाला 'शक्यदर्शन' असल्यासुळें त्यानें आपल्या वार्तिकांत बुद्धया लङ् काळ योजिला आहे. परंतु उपर्युक्त अंकित लेख ज्यानें लिहविला त्याला ती तशी नसल्याकारणानें त्यास लिट् हा काळच योजावा लागला. म्हणजे शाकटायन हा पहिल्या अमोघवर्षाच्या कारकीर्दींत होऊन गेला असला पाहिजे. आतां शके ७८९ च्या बगुम्रा येथील दानपत्रांत [इं. अँ. पु. १२, पृ. १८१] असा उल्लेख आला आहे कीं, 'अमोघवर्ष हा गुजराथेंतील आपल्या नातेवाइकांशीं लढत असतां ध्रुव युद्धांत जखमा लागून पडला व मरण पावला. यावरून अमोघवृत्तींत उदाहरण म्हणून दिलेली गोष्ट शके ७८९ च्या थोडे दिवस अगोदर घडली असावी व अमोघवृत्ति शके ७३६–७८९ यांच्या दरम्यान रचली गेली असावी असें अनुमान निघतें.

आतां शाकटायनाच्या ग्रंथांतील अंतस्थ पुराव्यावरून या अनुमानास पुष्टी मिळते किंवा कांहीं बाध येतो तें आपण पाहूं. न्यासकार आपल्या काशिकेवरील टीकेंत पाणिनीच्या सूत्रांचे स्वतंत्र अर्थ देतात [काशिका २. ३. ३९ व २. ३. ३७ वर न्यास (डेक्कन कॉलेज, इ. स. १८८१-८२ चें नं. ३३ चें हस्तलिखित पृ. ५२ ब आणि अमोघ० १. ३. १७९ व १. ३. १८० पहा)] अशी त्यांची प्रसिद्धि आहे. शाकटायन जरी काशिकेंतून आपल्या अमोघवृत्तींत कित्येक उदाहरणें घेतो [काशिका १. ३. २३ व अमोघ० १. ४. ३७], तरी तिच्यांतील उतारे जसेचे तसेच घेत नाहीं; एवढेंच नव्हे, तर संधि सांपडेल तेव्हां तो काशिकेपेक्षां आपल्या ग्रंथाचें श्रेष्ठत्व दाखविण्याचा प्रयत्न करितो [अमोघ० १.

४. ५० व १. ४. २३ आणि काशिका १. ३. ४७ व १. ३. ३८ पहा]. यावरून तो व न्यासकार हे दोघेहि काशिकाकारानंतर झाले हें तर उघडच आहे. परंतु त्यानें किस्येक शब्दांचे अर्थ [काशिकेवर न्यास (डे. कॉ. १८८१-८२ चें नं. ३४ चें हस्तलिखित) पृ. ६८ अ १. ३. २१, पृ. ७४ अ १. ३. ७५, पृ. ६९ व १. ३. ४० व १. ३. ४१ आणि अमोघ० १. ४. १३, १. ४. ६७, १. ४. २६ व १. ४. २४ अनुक्रमानें पहा] व पुष्कळ वेळां बरीच माहितीहि न्यासकारांसून घेतली असल्याकारणानें तो न्यासकारांच्याहि मागून झाला असला पाहिजे. आपण न्यासकारांच्याच तोडीचे अहोंत हें दाखविण्याकरितां, न्यासकार स्वतःला 'बोधिसत्वदेशियाचार्य' म्हणवून घेतात [डे. कॉ. इ. स. १८८१-८२ चें नं. ३४ चें हस्तलिखित पृ. ७६ अ] तर तो 'श्रुतकेवलि देशियाचार्य' ही उपाधि धारण करितो [कोल्हापूरच्या जैन मठाचें हस्तलिखित]. 'जनिकर्तुः' व 'तत्प्रयोजक' या पाणिनीच्या शब्दांचें समर्थन काशिकेंत केलें आहे, म्हणून कुमारिलानें काशिकेवर कडक टीका केली आहे. न्यासकारांस ही गोष्ट माहित नसावी असें दिसतें, परंतु शाकटायनानें आपल्या ग्रंथांत पाणिनीच्या या समासांचें समर्थन केलें असल्यामुळें तो कुमारिलानंतर होऊन गेला असावा व त्याला वरील गोष्ट ठाऊक असावी असें दिसतें. आतां काशिकाकारांपैकीं जयादित्य इ. स. ६६१ त मरण पावला व जिनेंद्रबुद्धि न्यासकार आणि कुमारिल हे अनुक्रमें इ. स. ७०७ व ७५० च्या सुमारास होऊन गेले असल्यामुळें शाकटायन इ. स. ७५० नंतर होऊन गेला असला पाहिजे. परंतु अंकितलेखावरून ठरविलेला शाकटायनाच्या अमोघवृत्तीचा काल यानंतरचाच असल्यामुळें वरील पुराव्यावरून त्यास कोणत्याहि प्रकारें बाध येऊं शकत नाहीं.

आतां आपण शाकटायनानंतर झालेले व्याकरणकार कोणत्या काळांत होऊन गेले तें पाहूं.

(१) शाकटायनाच्या शब्दानुशासनावरील रूपसिद्धि नांवाची प्रक्रिया दयापालानें केली असा शके ९९९ सालच्या एका कानडी अंकितलेखांत उल्लेख आहे. परंतु दयापाल हा मतिसागराचा शिष्य व वादिराजाचा सहाध्यायी असल्यामुळें व वादिराज चालुक्य राजा दुसरा जयसिंह याच्या कारकीर्दींत म्हणजे शके ९४७ त होऊन गेला असल्यामुळें शाकटायन या सालाच्या पूर्वी होऊन गेला असला पाहिजे [श्रवण बेळगोल अंकितलेख ५४ व कोल्हापूरच्या जैनमठांतील पार्श्वनाथ चरिताच्या हस्तलिखित प्रतींतील प्रशस्तीच्या शेवटच्या भागांतील कविता पहा].

(२) शाकटायनाच्या शब्दानुशासनावर प्रभाचंद्रानें न्यास लिहिला असा एके ठिकाणीं उल्लेख आला आहे. परंतु प्रभाचंद्रानें आपल्या न्यायकुमुदचंद्रोदयांत गुणभद्राच्या आत्मानुशासनांतून,

अंधादयं महानंधो विषयांधी कृतेक्षणः
चक्षुषांधो न जानाति विषयांधो न केनचित्

[आत्मानुशासन कविता ३५] ही कविता दिली असल्यामुळें व गुणभद्र हा दुसरा कृष्णराज युवराज असतांना त्याचा अध्यापक होता म्हणून प्रभाचंद्र हा नवव्या शतकाच्या पूर्वार्धांत होऊन गेला असला पाहिजे असें म्हणणें प्राप्त होतें.

(३) शाकटायनाच्या सूत्रांवरील नांव घेण्याजोगी दुसरी एखादी टीका म्हटली म्हणजे अभयचंद्रसूरींचा प्रक्रियासंग्रह होय. अभयचंद्रानें नेमिचंद्राच्या गोमटसार नांवाच्या मागधी ग्रंथावर संस्कृतमध्यें टीका लिहिली आहे. अभयचंद्रसूरींचा शिष्य जो केशववर्णि किंवा केशवण्णा त्यानें अभयचंद्राच्या गोमटसारावरील संस्कृत टीकेचें कानडींत केलेलें भाषांतर शके १२८१ त संपविलें असें तो म्हणतो. म्हणजे अभयचंद्रसूरी हा शके १२८१ च्या कांहीं वर्षे अगोदर होऊन गेला असला पाहिजे.

याप्रमाणें सर्व बाजूंनीं विचार करून पाहतां शाकटायन हा पहिल्या अमोघवर्षाच्या कारकीर्दींत म्हणजे इ. स. ८१४ च्या सुमारास होऊन गेला; व त्यानें शके ७३५ व ७८९ यांच्या दरम्यान आपली अमोघवृत्ति लिहिली या विधानास बाध येऊं शकत नाहीं असें दिसून येईल. किंबहुना आपला राजा जो अमोघवर्ष त्याविषयीं आपला आदर प्रकट करण्याकरितांच श्वेतांबर जैन शाकटायनानें आपल्या ग्रंथास अमोघवृत्ति हें नांव दिलें असावें.

शाकटायन ग्रंथाचें स्वरूप—पाणिनि, कात्यायन, पतंजलि व चंद्रगोमिन् यांनीं केलेले परिश्रम जमेस धरून शाकटायनानें आपल्या व्याकरणाची रचना केलेली आहे. शिवाय, पूज्यपादाच्या ग्रंथांतूनहि त्यानें बऱ्याच गोष्टी घेतल्या आहेत. पाणिनीचीं व शाकटायनाचीं बरींच सूत्रें एकच असून त्यांच्यांत जेथें फरक आढळतो तेथें तेथें पाणिनीचा हेतु थोडक्या व मोजक्या शब्दांत सांगण्याचा शाकटायनाचा हेतु आहे. नवीन माहिती सर्व चंद्रगोमिन् याच्या व्याकरणांतील आहे; व वैयाकरणांच्या नेहमींच्या शिरस्त्याप्रमाणें त्यांच्या नांवाचा उल्लेख कोठेंहि नाहीं. ज्या ठिकाणीं चांद्रव्याकरणापेक्षां शाकटायनानें अधिक सुधारणा केलीसें दिसतें त्या ठिकाणीं त्या गोष्टी जैनेंद्र व्याकरणानें आगाऊच केलेल्या होत्या, असें आढळून येतें. उदाहरणार्थ, पाणिनि—हस्ताज्जातौ, (५-२-१३३) चंद्र—हस्तदन्ताज्जातौ (४-२-१३०) व जैनेंद्र—हस्तदन्तकराज्जातौ (३-४-१४३) हें सूत्र घ्या. शाकटायनानें हें सूत्र जैनेंद्राप्रमाणें दिलें आहे. १-२-३७ यांत शाकटायनानें इन्द्राचा उल्लेख केलेला आहे. हा बहुधा जैनेंद्रसंप्रदायाचा प्रस्थापक पूज्यपाद असावा. शाकटायनाचा कटाक्ष सूत्राक्षरांचा संक्षेप करण्याकडे दिसतो याचें एक उदाहरण म्हणजे पाणिनि ५-२-१२८ हें सूत्र होय, हें सूत्र 'द्वंद्वोपतापगर्ह्यात्प्राणिस्थादिनिः ॥' असें आहे. चंद्रव्याकरणांत हेंच सूत्र 'चार्थ' (= द्वंद्व) रोग (उपताप) गर्हिता-

त्प्राणिस्थादस्वांगादिनिः ।' या स्वरूपांत आहे. शाकटायनानें हें सूत्र असेंच, परंतु रोगगर्हित याच्या ऐवजीं रुङ्नेिष असा शब्द घालून सबंध दोन अक्षरें कमी करून घेतलें आहे. ज्या ज्या ठिकाणीं चांद्र व्याकरणाची परिभाषा संक्षिप्त रूपांत दिसली त्या त्या ठिकाणीं पाणिनीची परिभाषा बाजूस ठेवून शाकटायनानें चांद्र परिभाषाच स्वीकारिली आहे. उदाहरणार्थ, निपात, सर्वनाम, आत्मनेपद आणि परस्मैपद यां ऐवजीं, चादि, सर्वादि, तङ् आणि अतङ् ही परिभाषा त्यानें उपयोजिली आहे.

शाकटायनाचे व त्याच्या संप्रदायांतील ग्रंथ— शब्दानुशासन व अमोघवृत्ति या ग्रंथांखेरीज (१) परिभाषा-सूत्रें, (२) गणपाठ, (पाद १६) (३) धातुपाठ, (४) उणादि सूत्रें पाद ४ व (५) लिंगानुशासन ७० आर्या, या ग्रंथांचें कर्तृत्व शाकटायनाकडे आहे असें म्हणतात. हेमचंद्रानें आपला लिंगानुशासन ग्रंथ शाकटायनाच्या ग्रंथावरच बसविलेला असून त्याची ती एक सुधारून वाढविलेली आवृत्ति आहे इतकेंच.

सर्व व्याकरणसंप्रदायांप्रमाणें याहि संप्रदायाच्या अलीकडील इतिहासाचे दोन भाग पडतात. एक टीका उपटीका निर्माण होण्याचा व दुसरा लहान चोपडीं व सारग्रंथ निर्माण होण्याचा काल. शाकटायनाच्या शब्दानुशासनावर माधवीय धातुवृत्तींत जिचा उल्लेख आलेला आहे ती न्यास नांवाची टीका व यक्षवर्मन् नांवाच्या टीकाकारानें लिहिलेली चिंतामणि नांवाची एक टीका असे ग्रंथ प्रसिद्ध आहेत. पैकीं पहिली न्यास टीका व प्रभाचंद्राचार्याची न्यासटीका या दोन्ही एकच असाव्या. प्रभाचंद्राचार्याची टीका ही अमोघवृत्तीवरील टीका होय. हींत स्वतंत्र विचारपूर्वक लिहिलेली कोणतीच गोष्ट नसून हिची इमारत अमोघवृत्तीच्या पायावर उभारलेली आहे. तरी देखील मणिप्रकाशिका, चिंतामणिप्रतिपद व टिप्पणी यांसारख्या उपटीकाहि याच ग्रंथावर आहेत.

या टीकांखेरीज शाकटायनाच्या ग्रंथावरून बनविलेले असे दोन तीन व्याकरणग्रंथ उपलब्ध आहेत. यांतला प्रक्रियासंग्रह हा सर्वांत उत्तम ग्रंथ असून तो कोल्हापूर येथें १९०७ सालीं प्रसिद्ध झाला आहे. गोमटसार नांवाच्या एका प्राकृत वेदान्तविषयक ग्रंथावर केशववर्णी नांवाच्या अभयचंद्राच्या शिष्यानें शके १२८१ (इ. स. १३५९) मध्यें एक टीका लिहिली आहे. त्यावरून अभयचंद्राचा काल चौदाव्या शतकाचा पूर्वार्ध हा असावा. अभयचंद्रानें आपल्या ग्रंथांत नवशिक्या लोकांनां निरुपयोगी अशीं मुळांतील बरींच सूत्रें वगळलीं असून दुसऱ्या कित्येक सूत्रांवर नवशिक्यांच्या फायद्यासाठीं विस्तृत टीका लिहिली आहे. प्रक्रियाकौमुदीसारख्या ग्रंथांच्या धर्तीवर या ग्रंथाची रचना आहे. दयापालाचा रूपसिद्धि हा ग्रंथ वरच्यापेक्षांहि लहान आहे. दयापाल हा मितसागरचा शिष्य असून वरराज ऊर्फ दुसरा जयसिंह राजा याचा सहाध्यायी होता. हा चालुक्य वंशीय राजा शके ९४७ (इ. स. १०२५) मध्यें राज्य करीत होता.

हेमचंद्राचा संप्रदाय.—हेमचंद्राच्या चरित्रासंबंधानें इतर वैयाकरणांच्या मानानें बरीच माहिती मिळते. ही सर्व माहिती डॉ० बुह्लर यानें' युबेर डास लेबेन डेस जैन मॉंचेस हेमचंद्र, विएना १८८९ या जर्मन ग्रंथांत सन १८८९ सालीं एकत्रित केली आहे.

हेमचंद्रासंबंधीं माहिती.—हेमचंद्र हा कार्तिक शु. १५, संवत् ११४५ (इ. स. १०८८ किंवा १०८९) या सालीं धुंडुक नांवाच्या एका गांवांत जन्मास आला. हें गांव सध्यां अहमदाबाद जिल्ह्याच्या हद्दींत आहे. याच्या बापाचें नांव चचिग व आईचें नांव पहिनी असून हीं दोघेंहि गरीब वाण्याच्या कुळांतील होतीं. हेमचंद्राचें मूळचें नांव चंगदेव होतें. त्याची आई मोठी धार्मिक वृत्तीची बायको होती. तिच्या पोटीं येणारा पुढें मोठा नांवलौकिकवान् होणार आहे असें तिला अगोदरच स्वप्नांत कळलें असून या स्वप्नाचा अर्थ तिला देवचंद्र नांवाच्या एका जैन भिक्षूनें सांगितला होता असें म्हणतात. हेमचंद्र पांच वर्षांचा झाल्यावर देवचंद्रानें पहिनीला बरेच पैसे देऊं करून हेमचंद्रास धर्मकार्यार्थ वाहून टाक म्हणून तिला उपदेश केला. पहिनीनें त्याप्रमाणें केलें परंतु त्याबद्दल पैसे मात्र घेतले नाहींत. हेमचंद्राला देवचंद्राच्या हवालीं केलें. माघ शु. १४च्या दिवशीं त्याला जैन संप्रदायाची दीक्षा देण्यांत आली. त्या दिवशीं रविवार होता. या समारंभाचे वेळीं त्याचें नांव चंगदेव होतें तें सोमचंद्र असें ठेविलें. पुढील बारा वर्षांतील हेमचंद्रासंबंधीं फारच थोडी माहिती उपलब्ध आहे. या काळांत हेमचंद्रानें विद्याभ्यासाकडे विशेष लक्ष पुरविलें असावेंसें वाटतें. विद्याभ्यास संपल्यावर त्याला सूरि किंवा आचार्य ही पदवी देण्यांत आली. या वेळेस त्याचें नांव पुन्हां एकदां बदललें गेलें. आतां त्याला लोक हेमचंद्र असें ह्मणूं लागले. हेमचंद्राबद्दलचा दुसरा उल्लेख, अनहिल पट्टण या गांवच्या एका सर्वांत मोठ्या समितीचा पुढारी म्हणून आलेला आहे. त्यावेळीं,तेथें जयसिंग किंवा सिद्धराज नांवाचा राजा राज्य करीत होता. याचें राज्य अबूपासून गिरनारपर्यंत पश्चिमसमुद्रापासून माळव्याच्या सरहद्दीपर्यंत पसरलेलें होतें. त्यानें पूर्वापारपासून आपल्या घराण्यांत चालत आलेली शिवपूजा कधींहि चुकूं दिली नाहीं. तथापि, विद्येचा तो मोठा चहाता असून धर्मसंशोधनाची त्याला मोठी आवड होती. हेमचंद्रानें आपल्या चतुर युक्तिवादानें सिद्धराजास आपल्या संप्रदायांत ओढण्याचा नसला तरी त्यासाठीं त्याच्या मनांत सहानुभूति उत्पन्न करण्याचा प्रयत्न चालविला होता. आपल्या ब्राह्मण प्रतिपक्षीयांशीं वादविवाद करण्यांत हेमचंद्र मोठा कुशल होता. त्याच्याबद्दल व जयसिंगाबद्दल कित्येक गोष्टी प्रसिद्ध आहेत.

जयसिंहानंतर जयसिंहाचा पुतण्या कुमारपाल गादीवर आला. त्याच्या कारकीर्दीचीं पहिलीं दहा वर्षें राज्याच्या उत्तर सरहद्दी-

वरचा प्रदेश जिंकण्यांतच गेलीं. शत्रूचें भय चोहों बाजूंनीं नाहींसें झाल्यावर त्यानें शांतवृत्तीनें ध्यानधारणेमध्यें आयुष्य घालविण्याचा उपक्रम सुरू केला. कुमारपालाचें लक्ष अशा रीतीनें पारमार्थिक विचाराकडे वळण्यास हेमचंद्र कारणीभूत झाला असवा यांत संशय नाहीं. या गोष्टीला अनुलक्षून मोह-राजपराजय नांवानें एक नाटकहि लिहिलेलें आहे. कुमारपालाच्या मागाहून अजयपाल गादीवर बसला. त्याचा मंत्री यशःपाल यानें हें नाटक लिहिलें असल्यानें, हेमचंद्राच्या कालासंबंधींच्या माहितीसाठीं आधारभूत जे ग्रंथ आहेत त्यांपैकीं सर्वांत जुना ग्रंथ हा होय. या नाटकाप्रमाणें, कुमारपालाचें परिवर्तन वि. सं. १२१६ (इ. स. ११५९-६०) मध्यें मार्गशीर्ष शु. २ स घडलें. कुमारपालाच्या सांगण्यावरून व त्यानें स्वीकारिलेल्या नव्या संप्रदायावरचा त्याचा विश्वास दृढ व्हावा म्हणून हेमचंद्रानें योगशास्त्र लिहिलें. याच्या अगोदर सिद्धराजाच्या सांगण्यावरून त्यानें शब्दानुशासन हा ग्रंथ लिहिला होता. आपल्या कारकीर्दीच्या अखेरीं अखेरीस कुमारपालानें हेमचंद्रावरोबर पश्चिमहिंदुस्थानांत पुष्कळ यात्रा केल्या. या अर्थातच जैन लोकांच्या पवित्र क्षेत्रांच्या होत्या. नव्वदाच्या घरांत आल्यावर आपला काळ जवळ आला असें समजून हेमचंद्र प्रायोपवेशन करावयास बसला. मृत्युसमयीं त्याचें वय सुमारें ८४ वर्षांचें होतें.

हेमचंद्राचें शब्दानुशासनः—ह्या ग्रंथाचें पूर्ण नांव 'सिद्धहेमचंद्राभिधस्वोपज्ञशब्दानुशासन' असें आहे. पाणिनीच्या आष्टाध्यायीप्रमाणें याचेहि आठ अध्याय असून प्रत्येक अध्यायांत चार पाद आहेत. यांतील सूत्रसंख्या अजमासें ४५०० आहे. त्यांपैकीं, जवळ जवळ चतुर्थांश सूत्रें शेवटच्या अध्यायांतच असून या अध्यायांत प्राकृत भाषेच्या व्याकरणाचाच उहापोह आहे. नवीन व्याकरण लिहिण्यांत हेमचंद्राचा उद्देश पूर्वीच्या व्याकरणकारांनीं जें काय सांगितलें होतें तेवढें सर्व थोडक्यांत सांगणें एवढाच नसून व्याकरणासंबंधानें जें जें सांगतां येण्यासारखें होतें तेवढ्या सगळ्याचा मोजक्या शब्दांत एका ग्रंथांत समावेश करावयाचा होता. इतर ग्रंथांतून शक्य तितकी माहिती घ्यावी लागली असली पाहिजे हें उघड आहे. तथापि, शाकटायनांतील माहिती घेतांना तर त्याच्या परोपजीवीपणाचा अगदीं कळसच झाला आहे.

हेमचंद्राचे इतर ग्रंथ.—हेमचंद्रानें आपल्या ग्रंथावर स्वतःच शब्दानुशासनबृहद्वृत्ति नांवाची टीका लिहिली आहे. या टीकेवर न्यास नांवाची टीका असून न्यासासहित शब्दनुशासनबृहद्वृत्तीची जर कोणी आवृत्ति काढील तर हिंदुस्थानांतील व्याकरणशास्त्राच्या इतिहासास त्यापासून बरीच मदत होणारी आहे.

याशिवाय आपल्या व्याकरणांतील नियमांचीं उदाहरणें देणारें द्व्याश्रयमहाकाव्य नांवाचें एक काव्य भट्टिकाव्याच्या धर्तीवर हेमचंद्रानें लिहिलें आहे.

त्याच्या ग्रंथावरील टीका उपटीका वगैरे.—हेमचंद्राच्या संप्रदायाच्या उपग्रंथांचें वर्णन विस्तारेंकरून करीत बसण्याचें कारण नाहीं. हेमचंद्राच्या शब्दानुशासनावरच्या टीका, किंवा उपटीका म्हटलें तर जास्त शोभेल, बृहद्वृत्तिन्यास व हैमलघुन्यास अशा आहेत. या टीकांखेरीज दुसऱ्या नांव घेण्यासारख्या टीका यावर नाहींत. बृहद्वृत्ति ढुंढिका या ग्रंथाची पूर्ण हस्तलिखित प्रत अद्याप उपलब्ध नाहीं. सर्वांत मोठें हस्तलिखित पांचव्या अध्यायापर्यंत आहे. याचा कर्ता कोण हेंहि अनिश्चितच आहे. डेक्कन कॉलजच्या हस्तलिखितांपैकीं एका हस्तलिखितांत हा धनचंद्राचा ग्रंथ होय असें म्हटलें आहे [इ. स. १८७७-७८ चें नं. १० चें हस्तलिखित] परंतु दुसऱ्या एका हस्तलिखितांत याचा कर्ता जिनसागर असें म्हटलें आहे [इ. स. १८६९-७० चें नं. ११९ चें हस्तलिखित]. तिसऱ्या एका हस्तलिखितामध्यें त्याचें कर्तृत्व नंदसुंदर यास दिलें आहे. यांत मात्यांश एवढाच दिसतो कीं, ढुंढिका ग्रंथाचे दोन पाठ त्यावेळीं प्रचलित असावे व त्यांचे कर्तेहि निरनिराळे असावे. आठव्या अध्यायावरची ढुंढिका ही लघुतपागच्छ पंथांतील हर्षकुलाचा शिष्य उदयसौभाग्य यानें लिहिली आहे. ही इ. स. १५३३ मध्यें लिहिली गेली. शब्दानुशासनाचीं सूत्रें क्रमशः घेऊन प्रत्येक सूत्राचें शब्दशः विवरण करणें आणि पुष्कळ ठिकाणीं नियमांचीं उदाहरणें देऊन निरनिराळ्या रूपांची प्रसंगोपात दुसऱ्या सूत्रांचा उपयोग करून व्युत्पत्ति देणें हा ढुंढिकेचा उद्देश आहे. शब्दानुशासनावरील दुसरी टीका जी हैमलघुन्यास म्हणून सांगितली ती चांद्रगच्छ पंथांतील उदयचंद्राचा शिष्य देवेंद्र सूरि यानें लिहिलेली आहे. उदयचंद्राच्या विस्तृत न्यासाचें हें सार आहे असें त्याच्याच म्हणण्यावरून दिसतें. या टीकेचा विशेष हा आहे कीं, हेमचंद्रानें उद्धृत केलेलीं वचनें कोठून घेतलेलीं आहेत हें जागोजाग यांत सांगितलें आहे. शब्दमहार्णवन्यास नांवाची एक विनांवी टीका आहे.

शब्दानुशासनाचे साररूप असे दोन ग्रंथ प्रसिद्ध आहेत. एक हैमलघुप्रक्रिया व दुसरा हैमकौमुदी. हैमलघुप्रक्रिया हा ग्रंथ कृतिविजयगणीशिष्य विनयविजयगणि यानें लिहिला. दुसरा हैमकौमुदी ग्रंथ इ. स. १६६९ सालीं सूरींपैकीं मेघविजय नांवाचा एक मनुष्य होता त्यानें लिहिला. या ग्रंथाच्या आधारावर सिद्धान्तकौमुदी हा ग्रंथ लिहिला गेला असें म्हणतात. खरा प्रकार याच्या अगदीं उलट असावा.

शिवाय आणखी कांहीं किरकोळ ग्रंथ आहेत. गुणरत्न सूरीनें लिहिलेला क्रियारत्नसमुच्चय हा त्यांपैकीं एक ग्रंथ आहे. गुणरत्नसूरि हा देवसुंदरसूरीचा शिष्य असून त्यानें हा ग्रंथ इ.स. १४०८ त लिहिला. यांत ग्रंथाच्या शेवटीं जवळ जवळ ८० श्लोकांत त्यानें जी गुरुपरंपरा दिली आहे ती ऐतिहासिक दृष्ट्या बऱ्याच महत्त्वाची आहे.

हेमचंद्राच्या व्याकरणसंप्रदायाचा प्रसार.—हेमचंद्राच्या ग्रंथकर्तृत्वाचा व त्याच्या संप्रदायाचा व्याप

येणें प्रमाणें मोठा होता खरा, परंतु त्याचा संप्रदाय फार दिवस प्रचारांत राहिला नाहीं. १५ व्या शतकांत टीकाकारांची एकदां लाट येऊन गेल्यानंतर हा संप्रदाय मागें पडत चालला. स्वतंत्र बुद्धीचा अभाव हें तर याचें कारण खरेंच, पण हा विशिष्ट धर्मपंथी असल्यानें लवकर बुडाला असें म्हटल्यास तें सत्यास अधिक अनुसरून होईल.

यानंतर आपण केवळ व्याकरणाचा विचार करणाऱ्या ज्या व्याकरणाच्या शाखा आहेत तिकडे वळूं. आतांपर्यंतच्या शाखा संप्रदायविशिष्ट होत्या. परंतु यापुढें ज्या शास्त्रांचें वर्णन येणार आहे त्यांची गोष्ट तशी नाहीं. त्यांचे ग्रंथ कोणत्याहि विशिष्ट संप्रदायाचे म्हणून लिहिलेले नाहींत. या शाखा म्हणजे ज्यांनां कातंत्र व सारस्वत म्हणून म्हणतात त्या होत.

कातंत्र शाखा.—या शाखेचें दुसरें नांव कौमार किंवा कालाप असें आहे. हें व्याकरण मुख्यतः शिशुबोधार्थ लिहिलें असून पाणिनीच्या व्याकरणांत संक्षेप,नवीन पारिभाषिक शब्द, कृत्रिम संज्ञा वगैरे ज्या विशिष्ट गोष्टी आढळतात त्यांनां यांत फांटा दिलेला आहे. वेबर म्हणतो कीं, प्राकृतावरून संस्कृत शिकणाऱ्यांकरितां हें व्याकरण लिहिलेलें होतें व कात्यायनाचें पाली व्याकरण याच्याच आधारावर रचलेलें आहे [वेबरकृत भारतीय वाङ्मयाचा इतिहास, पृ. ५५७]. जुनीं प्रातिशाख्यें व ऐंद्रसंप्रदायाशीं व तामिळ व्याकरणांशीं याचा संबंध डॉ. बर्नेल यानें जोडला आहे त्या सम्बंधींहि उल्लेख मागें आलेलाच आहे [हाच विभाग पृ. १९५ पहा].

कातंत्रशाखेचा प्रस्थापक शर्ववर्मा याची परंपरागत हकीगत.—दक्षिणेचा राजा शातवाहन हा एकदां जलक्रीडा करीत असतां त्याच्या राणीनें त्याला ' मोदकं (= मा उदकं) देहि राजन् ' असें विनविलें. परंतु त्याचा अर्थ भलताच समजून राजा तिला मोदक देऊं लागला. स्वतःची चूक लक्षांत येण्याबरोबर त्याला आपल्या अज्ञानाची लाज वाटून शर्ववर्मा नांवाच्या आपल्या पदरच्या पंडिताला त्यानें मला व्याकरण शिकवा अशी विनंति केली. तेव्हां शर्ववर्मा यानें शंकराची प्रार्थना केली. शंकरानें कुमाराच्या द्वारें व्याकरणाची एक अगदीं सोपी पद्धत त्याला शिकविली. कुमाराच्या द्वारानें ही पद्धत आली म्हणून 'कौमार' व कुमारानें कलापी (= मोर) याच्या द्वारें दिली म्हणून 'कालाप' अशा संज्ञा तिला प्राप्त झाल्या. या जातीच्या सर्व आख्यायिकांप्रमाणें याहि आख्यायिकेंत थोडाफार सत्याचा अंश आहे. या आख्यायिकेप्रमाणें या शाखेच्या उदयाचा जो काळ निघतो त्याशीं विसंगत अशी एकहि गोष्ट उपलब्ध नाहीं. तेव्हां, खिस्तीशकानंतरचें पहिलें शतक हा याच्या उदयाचा काल मानण्यास हरकत नाहीं.

कातन्त्र सूत्रपाठांत प्रक्षिप्त भाग असल्याचा पुरावा—कातन्त्र व्याकरणाचे चार पोटविभाग आहेत. (१) संधिप्रकरण, (२) नामप्रकरण, (३) आख्यातप्रकरण, व (४) कृत्प्रकरण. या संबंधांत पहिला प्रश्न असा उपस्थित होतो कीं, हें चवथें कृत् प्रकरण जें आहे तें शर्ववर्मा याचेंच खुद्द आहे कीं तें मागाहून दुसऱ्या कोणीं घुसडलेलें आहे ? अशी शंका येण्याचें कारण, या चौथ्या प्रकरणाच्या आरंभीं मंगलाचरण आहे. प्रत्येक पोटविभागाच्या आरंभीं मंगलाचरण असणें अस्वाभाविक नाहीं ही गोष्ट खरी. परंतु, दुर्गसिंह नांवाच्या एका टीकाकारानें ' सिद्धिग्रहणं भिन्नकर्तृकत्वान्मंगलार्थम् ' असा या ठिकाणीं विशेष शेरा मारिला आहे. दुसऱ्या एका ठिकाणीं कृत्प्रकरण हें कात्यायनाचें होय असें याच टीकाकारानें म्हटलें आहे. तो आपल्या कृत्प्रकरणावरच्या टीकेस पुढें दिल्याप्रमाणें सुरुवात करतोः-' वृक्षादिवदमी रूढाः कृतिना न कृताः कृतः । कात्यायनेन ते सृष्टा विबुद्धिप्रतिबुद्धये॥'. ' पदप्रकरणसंगति ' ग्रंथाचा कर्ता जोगराज सुद्धां असेंच म्हणतो. परंतु त्याच्या मतें हें कृत्प्रकरण कात्यायनाचें नसून शाकटायनाचें असावें. दुर्गसिंहवृत्तीचा एक टीकाकार रघुनंदनशिरोमणि म्हणतो कीं, हें प्रकरण वररुचीचें असावें. वररुचि, कात्यायन किंवा शाकटायन यांपैकीं कोणीहि याचा कर्ता असो, हें प्रकरण प्रक्षिप्त आहे यावद्दल वाद नाहीं.

वर जे पोटविभाग सांगितले त्यांपैकीं पहिल्यांतील निपातपाद, दुसऱ्यांतील स्त्रीप्रत्ययपाद व चौथ्यांतील उणादिपाद यांवरूनहि कातंत्रसूत्रांत प्रक्षिप्त भाग असल्याचें दिसून येतें; कारण हे भाग दुर्गसिंहवृत्तींत सांपडत नाहींत, पण काश्मिराकडील सूत्रपाठांत हे भाग रीतसरपणें मूळ ग्रंथांत अंतर्भूत केलेले आढळून येतात. तसेंच दुसऱ्या प्रकरणांतील तद्धितपाद सुद्धां शर्ववर्म्याचा नसावा असें वेलवलकर म्हणतात. कारण तेवढाच एक भाग अनुष्टुभ् वृत्तांत आहे. शर्ववर्म्याला तेवढाच पाद अनुष्टुभ् वृत्तांत लिहिण्याची अवश्यकता होती असें दिसत नाहीं. मूळ व्याकरण राजाला आवडल्यानंतर प्रजेचें व दरबारच्या लोकांचें लक्ष त्याजकडे वेधलें गेलें, व तद्धितप्रकरण व इतर प्रकरणें यांची उणीव नजरेस आल्यावर मूळ ग्रंथकारानें किंवा दुसऱ्या कोणींतरी हीं मागाहून घातलीं असावीं असा वेलवलकरांचा तर्क आहे.

कातंत्र व्याकरणाचें स्वरूप.—पाणिनीनें प्रचारांत आणिलेली कृत्रिम वर्णव्यवस्था काढून टाकून प्रातिशाख्यांतून आढळणारी मूळची सोपी परिभाषा कातंत्र व्याकरणांत स्वीकारिली आहे. अर्थातच पाणिनीय प्रत्याहारसूत्रांनां यांत फांटा मिळाला हें सांगावयास नकोच. यांत स्वर, व्यंजन, समान इत्यादि परिभाषा आलेली आहे. विषयाची मांडणी करतांना पाणिनीची कृत्रिम पद्धत टाकून देऊन विषयवार मांडणी करण्यांत आली आहे. ग्रंथ नवशिक्यांकरितां असल्यामुळें वैदिकप्रक्रिया, अपवादभूत नियम व तशाच तऱ्हेचे कठिण नियम यांनां यांत रजा मिळाली आहे.

कातंत्र शाखेचा आरंभींचा इतिहास.—मूल ग्रंथाच्या योग्यतेमुळें व त्याचा कर्ता हा दक्षिणेंतील एका बलाढ्य राजाचा आश्रित होता त्यामुळें या ग्रंथाचा प्रसार फारच थोडक्या अवधींत जिकडे तिकडे होऊन तो काश्मीर व सिंहलद्वीप या दूरदूरच्या देशांत जाऊन पोंचला. या शाखेचा उदय होण्यापूर्वींचे जे ग्रंथ झाले ते केवळ पंडितांसाठीं व भिक्षू लोकांसाठीं होते. त्यांत व्यापार किंवा शेतकी करणारे वरच्यापेक्षां साधारणतः कमी बौद्धिक दर्जाचे जे लोक त्यांची सोय नव्हती. परंतु उलटपक्षीं या साधारण लोकांची आपली भाषा शिकविण्याची व तींतील ग्रंथ वाचण्याची इच्छा अजीबात नष्ट झाली नव्हती. यामुळें शर्ववर्मा याच्या मूळ सूत्रपाठाचें जणूं काय संशोधन होऊन पुढील दोन तीन शतकांत त्याला निराळें स्वरूप आलें. त्यांत तद्धित व स्त्री-प्रत्ययपाद हे मिसळले गेले व शाकटायनाच्या, कात्यायनाच्या किंवा वररुचीच्या कृत्प्रत्यय प्रकरणाची त्यांत भर पडली.

दुर्गसिंह व त्याची वृत्ति.—दुर्गसिंहाच्या पूर्वीं कातंत्र व्याकरणावर कोणी टीकाकार झाले कीं नाहीं हें निश्चित सांगतां येत नाहीं वहुतकरून त्याची वृत्ति हाच टीकेचा प्रथम प्रयत्न असावा. सुबोधता व सरळपणा या मुख्य हेतूस बाध येऊं न देतां, मूळ कातंत्र व्याकरणाला जेवढी पूर्णता आणतां येणें शक्य होतें तेवढी या वृत्तींत आणिली आहे. दुर्गसिंहाचा उल्लेख हेमचंद्रानें केला आहे. त्याला चंद्रव्याकरणाचा धातुपाठ माहित होतासें दिसतें; कारण, त्याच्याच आधारावर त्यानें कातंत्र धातुपाठाची रचना केलेली आहे. तेव्हां त्याचा काल इसवी सनाचें आठवें शतक हा ठरविण्यास हरकत नाहीं. दुर्गसिंह, आणि दुर्ग, दुर्गात्मा, दुर्गाचार्य इत्यादि ग्रंथकार हे एक नव्हेत. यांपैकीं शेवटचा दुर्गाचार्य हा यास्काच्या निरुक्तावरील प्रसिद्ध टीकाकार होय. दुर्गसिंह हा बौद्धपंथी नसावा आणि जर आपण तसें मानलें तर हा दुर्गसिंह व या दुर्गसिंहाच्या टीकेवरचा टीकाकार दुर्गसिंह हे दोन इसम मानले पाहिजेत; कारण दुसऱ्या दुर्गसिंहाच्या ग्रंथांत त्याच्या उपासनेचा स्पष्ट उल्लेख आहे.

दुर्गसिंहाच्या वृत्तीवरील उपटीका.—दुर्गसिंहानंतरच्या टीकाकारांनीं दुर्गसिंहवृत्तीवरच टीका लिहिलेली आहे, स्वतंत्र रीत्या कोणतीच रचना केली नाहीं. वर्धमानाची कातंत्र विस्तार ही त्यावरील सर्वांत जुनी टीका होय. बोपदेवानें आपल्या काव्यकामधेनु ग्रंथांत वर्धमानाचा उल्लेख अनेकवेळां केलेला आहे. त्रिलोचनदासानें लिहिलेली टीका ही दुर्गसिंहाच्या वृत्तीवरील दुसरी टीका होय. त्रिलोचनदासाचा उल्लेख बोपदेवानें व सारस्वतावरचा टीकाकार विठ्ठल यानें केला आहे. याच्या टीकेचें नांव कातंत्रवृत्तिपंजिका. तिजवरून असें दिसतें कीं हा ग्रंथकार कायस्थ असून त्याच्या बापाचें नांव मेघ व मुलाचें नांव गदाधर होतें. महादेव नांवाचा आणखी एक टीकाकार या वृत्तीवर आहे. पण त्याच्या बद्दलची विशेष माहिती आज उपलब्ध नाहीं. दुर्गात्मा किंवा दुर्ग याचा उल्लेख पूर्वींच येऊन गेलेला आहे. खेरीज एका अज्ञात लेखकानें ढुंढिका किंवा कातंत्रवृत्ति नांवाची एक टीका लिहिलेली आहे.

कातंत्राचे उपग्रंथ.—दुर्गाचा ८८ आर्यांत लिहिलेला लिंगानुशासन नांवाचा ग्रंथ, उणादिपाठ व दुर्गसिंहाचा धातुपाठ हे ग्रंथ यांत येतात. या सदराखालीं येण्याजोगे फारसे ग्रंथ नाहींत, व जे आहेत त्यांतले बरेच अर्वाचीन आहेत. धातुपाठाची रचना चांद्रधातुपाठाला धरून आहे. मूळ कालापधातुसूत्रें तिबेटी भाषेंत मात्र उपलब्ध आहेत असें सांगतात.

कातंत्रशाखेचा बंगालमधील इतिहास.—बंगाल्यांत कातंत्र शाखेचा उदय केव्हां झाला हें नक्की सांगतां येणें शक्य नाहीं. पंधराव्या व सोळाव्या शतकांत बंगालमध्यें या शाखेच्या टीकाकारांचा प्रादुर्भाव झाला होता व आजलाहि याच व्याकरणाचा अभ्यास विशेष चालतो. कविराज, कुलचंद्र, गोपिनाथ, तर्काचार्य, श्रीपति व त्रिलोचन हीं बंगाली लोकांत होऊन गेलेल्या प्रसिद्ध टीकाकारांपैकीं कांहींचीं नांवें आहेत. सर्व टीकाकार वैद्य जातीचे असून, कातंत्र शाखेला पूर्णावस्था आणणें, व पाणिनीय व्याकरणांचा कौमुदीकारांच्या नेतृत्वाखालीं जेव्हां पुढें उदय झाला तेव्हां ही शाखा तगवून ठेवणें हा या टीकाकारांचा मुख्य उद्देश होता. सध्यां बंगालच्या कांहीं भागांखेरीज कातंत्रशाखेचा अभ्यास चालत नाहीं.

कातन्त्रशाखेचा काश्मीरमधील इतिहास.—काश्मीरकडे कातंत्रशाखेची वाढ निराळ्या प्रकारानें झाली. दुर्गसिंहाच्या सूत्रपाठापेक्षां हा सूत्रपाठ बराच निराळा आहे. यावरून काश्मिरी पंडितांचा दुर्गसिंहाशीं परिचय फार उशिरां झालासें दिसतें. तेथपर्यंत कातंत्रशाखेवर स्वतंत्र टीका व सारग्रंथ लिहिण्यांतच या पंडितांनीं काल घालविला असें दिसतें. बाराव्या शतकापासून सोळाव्या शतकापर्यंत कातंत्र व्याकरणच काश्मीरकडे प्रचलित होतें असें डॉ. बुह्लर म्हणतो. काश्मिरी पंडितांच्या ग्रंथांपैकीं फारच थोड्यांचीं हस्तलिखितें आज उपलब्ध आहेत. उपलब्ध ग्रंथांत भट्ट जगंद्धराचा बालबोधिनी हा एक ग्रंथ असून त्यावर उग्रभूतिनांवाच्या एका टीकाकाराची न्यास नांवाची टीका आहे. उग्रभूति हा इसवी सनाच्या दहाव्या शतकाच्या उत्तरार्धांत होऊन गेला असावा. छिछुभट्ट नांवाच्या एका टीकाकारानें याच सुमारास लिहिलेला लघुवृत्ति नांवाचा आणखी एक ग्रंथ प्रसिद्ध आहे. या पुढच्या ग्रंथकारांत विशेष नामनिर्देश करण्यासारखा कोणी नाहीं.

सारस्वत शाखा, तिचा काल.—सारस्वत शाखेची सुरुवात इ. स. १२५० च्या पूर्वीं झाली नसावी, किंवा असलीच तर फार अगोदर तरी नसावी. कारण, १२५० च्या सुमारास होऊन गेलेल्या बोपदेवाच्या मुग्धबोधांत हिचा उल्लेख नाहीं. बोपदेवास सारस्वत शाखा माहीत

असती तर इतरांप्रमाणें त्यानें हिचाहि उल्लेख केला असता. ही शाखा हेमचंद्रासहि माहीत होतीसें दिसत नाहीं. इ. स. १४५० च्या अगोदर लिहिलेली अशी सारस्वतावरील एकहि टीका उपलब्ध नाहीं. या शाखेच्या बऱ्याचशा टीका सोळाव्या व सतराव्या शतकांत लिहिल्या गेल्या आहेत. टीकाकारांच्या ठिकाणांवरून असें दिसतें कीं, हिचा प्रसार उत्तरहिंदुस्थान, गुजराथ, नागपूर, बिकानेर, उदेपूर, दिल्ली इकडेच झाला असावा. भट्टोजीच्या नेतृत्वाखालीं पाणिनीच्या संप्रदायाचें पुनरुज्जीवन होईपर्यंत ही शाखा जोरांत होती. हिचीं सूत्रें ७०० च आहेत. या गोष्टी लक्षांत घेतां कातंत्रशाखेप्रमाणें हीहि शाखा कांहीं विशिष्ट गरज भागविण्यासाठीं उदयास आली असावी असें दिसतें. मुसुलमान लोकांनां, संस्कृत ग्रंथांवर टीका करण्याच्या उद्देशानें. कां होईना, संस्कृताच्या अभ्यासाची अवश्यकता वाटूं लागली होती. माळव्याचा शांतताप्रिय व विद्वान् राज्यकर्ता ग्यासुद्दिन खिलजी, हुमायनाच्या अज्ञातवासांत दिल्ली येथें राज्य करणारा सालेमशहा व जहांगीर बादशहा यांनीं सारस्वत व्याकरणाच्या अभ्यासास उत्तेजन दिलें. सारस्वत व्याकरणाच्या उदयाचें श्रेय बहुतेक मुसुलमानी अंमलासच द्यावें लागेल.

सारस्वत व्याकरणाचा विशेष.—इतर संप्रदायांप्रमाणें यांतहि संक्षेप हा हेतु आहेच. परंतु सारस्वत व्याकरणाचा विशेष हा कीं, त्यांत सर्व विषय अवघ्या ७०० सूत्रांत आणला आहे. याचा दुसरा विशेष म्हणजे प्रसाद हा होय. सारस्वतानें प्रत्याहारांचा उपयोग केला आहे, पण त्यांतील घोटाळ्याचें 'इत्' मात्र काढून टाकले आहेत. उदाहरणार्थ, त्याच्या परिभाषेंत च, ट, त, क, प या अक्षरांनां 'चप्' या सूत्रमय शब्दानें संबोधिलें आहे. यामुळें नियमांत कोणत्या अक्षरांचा अंतर्भाव होतो हें वाटेल त्यास चटकन कळूं शकतें. उलट पक्षीं पाणिनीच्या 'चय्' या संज्ञेपासून, ज्यानें त्याच्या व्याकरणाचा अभ्यास केला नाहीं अशा इसमास तिळमात्रहि बोध होऊं शकणार नाहीं. शिवाय या संप्रदायांत उपयोगांत आणिलेल्या पारिभाषिक संज्ञाहि अतिशय सोप्या आहेत. या गोष्टी या शाखेस साध्य करितां आल्या, याचें कारण तिच्या पुरस्कर्त्यांनीं व्याकरणाचा अभ्यास भाषेसाठीं म्हणून करावयाचा व्याकरणासाठीं नव्हे, अशी दृष्टि ठेविली होती हें होय.

सारस्वत शाखेचा उत्पादक कोण.—परंपरेप्रमाणें या शाखेचा उत्पादक अनुभूति स्वरूपाचार्य हा आहे. असें सांगतात कीं, याला खुद्द सरस्वती देवीनें व्याकरण शिकविलें व 'सारस्वत' हें नांवहि त्यावरूनच पडलें. परंतु, ही गोष्ट संभवनीय दिसत नाहीं. कारण एक तर अनुभूति स्वरूपाचार्यानें आपल्या सारस्वतप्रक्रिया ग्रंथांत कांहीं वार्तिकें घातलीं आहेत. अनुभूति स्वरूपाचार्य स्वतः सूत्रकार असता तर त्यानें हीं वर्तिकें सूत्रें म्हणूनच लिहिलीं असतीं. दुसरी गोष्ट यानें दिलेले कित्येक नियम दुसऱ्या टीकांत नाहींत. तिसरें, क्षेमेंद्रटीकाकाराच्या टिप्पणीच्या शेवटीं जो समाप्तिसंकल्प आहे त्यांत सारस्वताचा कर्ता नरेंद्राचार्य असा उल्लेख आहे. दुसऱ्या एका टीकाकारानें सारस्वताचा कर्ता नरेंद्रनगरि असल्याविषयीं लिहिलें आहे. विठ्ठलाचार्यानें अपल्या प्रक्रियाकौमुदीप्रसाद ग्रंथांत एका नरेंद्राचार्याचा उल्लेख केलेला आहे. तेव्हां, अनुभूति स्वरूपाचार्य नांवाची एखादी ऐतिहासिक व्यक्ति नव्हतीच असें जरी निश्चयानें म्हणतां आलें नाहीं, तरी सारस्वत शाखेचा प्रवर्तक अनुभूति स्वरूपाचार्य नव्हे एवढें खास. नरेंद्राचार्याच्या नांवाचे स्पष्टच उल्लेख टीकांतून आढळतात.

अनुभूति स्वरूपाचार्याची सारस्वतप्रक्रिया.—उपर्युक्त पौराणिकतुल्य व्यक्ति सोडल्यावर नंतर सारस्वतशाखेच्या इतिहासांत आपणांस सारस्वतप्रक्रिया ग्रंथाचा कर्ता अनुभूति स्वरूपाचार्य हा ग्रंथकार लागतो. याच्या पूर्वीहि:या. शाखेंत एकदोन ग्रंथकार झाले असतील, नाहीं असें नाहीं. पण अनुभूति स्वरूपाचार्याच्या वेळेला या शाखेंत इतका घोटाळा झाला होता कीं, तो दूर करण्यासाठीं त्यानें सर्व विषयाची पुन्हां पद्धतशीर मांडणी केली. अनुभूति स्वरुपाचार्य हा १२५०-१४५० याच्या दरम्यान केव्हां तरी झाला असावा. अनुभूति स्वरूपाचार्याच्या हातून सूत्रग्रंथाला कायम ठशाचें स्वरूप मिळाल्यानंतरच्या इतिहासांत टीकोपटीकांचाच नुसता भरणा आहे. १७५ वर्षांच्या अवधींत १५ एक टीकाकार झाले असतील. पण त्यापैकीं, स्वतःच्या बुद्धीनें कांहींतरी लिहिणारे फार थोडे.

सारस्वत प्रक्रियेचे टीकाकार.—पूर्णराज, अमृतभारती, क्षेमेंद्र, चंद्रकीर्ति, माधव, वासुदेवभट्ट, मंडण, मेघरत्न, धनेश्वर, जगन्नाथ, काशीनाथ, भट्टगोपाळ, सहजकीर्ति, हंसविजयगणि, रामभट्ट, इत्यादि अनेक टीकाकारांनीं सारस्वत प्रक्रियेवर टीका लिहिल्या आहेत. यांपैकीं रामभट्टाच्या ग्रंथाचा विशेष हा कीं, त्यानें हा ग्रंथ वृद्धापकाळीं आपल्या कुटुंबासह यात्रा करीत असतांना लिहिला असून यात्रेनिमित्त ज्या ज्या स्थळीं तो गेला, तेथील हकीकत त्यानें आपल्या ग्रंथांत प्रत्येक भागाच्या शेवटीं प्रशस्तीच्या कवितांत अंतर्भूत केली आहे. या हकीकतीवरून आपणांस तीनशें वर्षांपूर्वीच्या सामाजिक जीवनाची चांगली कल्पना होऊं शकते. रत्नाकर, नारायणभारती, क्षेमेंद्र, महीधर, इत्यादि आणखीहि जे टीकाकार झाले,त्यांचीं नांवें देऊन उगाच यादी वाढवीत बसण्यांत कांहीं अर्थ नाहीं.

सारस्वत प्रक्रियेखेरीज स्वतंत्र ग्रंथ.—अशा ग्रंथांत रामचंद्राश्रम नांवाच्या टीकाकारानें लिहिलेल्या सिद्धान्तचंद्रिकाग्रंथाचा प्रामुख्यानें उल्लेख केला पाहिजे. यावर अनेक उपटीका झालेल्या आहेत. सदानंदाची सुबोधिनी आणि क्षेमंकाराचा मुलगा व रामकराचा नातू लोकेशकर याची तत्त्वदीपिका, ह्या सिद्धांतचंद्रिका ग्रंथाच्या दोन टीका आहेत.

सारस्वतव्याकरणावरचा प्रक्रियेखेरीज आणखी स्वतंत्र ग्रंथ म्हणजे तर्कतिलकभट्टाचार्य याचा होय. यानें आपला ग्रंथ जहांगीरच्या राज्यांत इ. स. १३१४सालीं लिहिला.

जिनेंदु किंवा जिनरत्न याचा सिद्धांतरत्न हा या शाखेचा चवथा स्वतंत्र ग्रंथ आहे.

या संप्रदायाचा आणखी एकच ग्रंथ राहिला. भट्टोजी-दीक्षिताचा शिष्य रघुनाथ यानें लिहिलेला लघुभाष्य हा तो ग्रंथ होय. यांत पतंजलीच्या भाष्याच्या धर्तीवर व्याकरण-विषयाची रचना करण्याचा यत्न केलेला आहे. हा सुमारें १७ व्या शतकांतला असावा.

सारस्वत व्याकरणाचे उपग्रंथ.—उणादि किंवा परिभाषा यांजवर या संप्रदायाचे ग्रंथ नाहींत. हर्षकीर्ति यानें धातुपाठ व त्यावर तरंगिणी नांवाची टीका लिहिली आहे. त्याचा काल सुमारें इ.स.१५६०हा आहे. ज्ञानकीर्ति नांवाच्या एका माणसानें 'कृत्' 'तद्धित' वगैरेंचीं रूपें व त्यांच्यावरची सारस्वतव्याकरणांतील चर्चा हीं एकत्र केलीं आहेत. माधव नांवाच्या दुसऱ्या एका ग्रंथकारानें सारस्वत-पद्धतीला अनुसरून व्युत्पत्तीचा विचार केला आहे. याचा काल बहुधा इ. स. १६८० हा असावा.

लघुचंद्रिकेखेरीज, कल्याणसरस्वती नांवाच्या ग्रंथकारानें एक लघुसारस्वत नांवाचा ग्रंथ लिहिला आहे.

सारस्वत शाखेच्या इतिहासाचें सिंहावलोकन.–कांतंत्रशाखेप्रमाणेंच याहि शाखेचा उदय एका विशिष्ट उद्देशानें झाला होता. याला बरेंचसें स्थैर्य आल्यावर, उत्तर हिंदुस्थानांत याचा अभ्यास अनेक टीकोपटीकांच्या सहाय्यानें झाला. या टीकांवरून असें दिसतें कीं, ज्या ज्या स्थळीं या टीका लिहिल्या गेल्या त्या त्या ठिकाणच्या लोकांच्या वाङ्मयविषयक आकांक्षा त्यांत प्रतिबिम्बित झाल्या आहेत. व्याकरण हें साधन आहे साध्य नव्हे, या गोष्टीची या शाखेच्या ग्रंथकारांस चांगली जाणीव होती व म्हणून त्यांनीं 'व्याकरणाकरितां व्याकरण' असलें एकांगी ध्येय आपल्या डोळ्यापुढें ठेविलें नाहीं. यामुळें, पुढील काळांत इतर संप्रदायांप्रमाणें या शाखेची वाढ किंवा फाजील फैलाव होऊं शकला नाहीं. विल्किन्सनें लिहिलेलें एक जुनें इंग्रजी संस्कृत व्याकरण याच सारस्वत व्याकरणाच्या पायावर रचलेलें आहे. काशी व बिहार या प्रांतांत या व्याकरणाचा अभ्यास बराच चालतो.

बोपदेवाचा संप्रदाय.—हा संप्रदाय इतरांच्या मानानें बराच अर्वाचीन आहे. अर्थात् याचा मुख्य ग्रंथ जो मुग्धबोध त्यासंबंधानें अपौरुषेयत्वासारख्या कोणत्याहि आख्यायिका प्रचलित नसून, तो बोपदेव नांवाच्या खऱ्याखुऱ्या माणसानेंच लिहिला आहे असें मानितात.

बोपदेवाचें कुलवृत्त व त्याचे ग्रंथ.–बोपदेव हा केशव नांवाच्या वैद्याचा मुलगा असून याचा गुरु धनेश हा होता. याची जन्मभूमि अर्वाचीन दौलताबादेजवळ असून बोपदेवाच्या काळीं तेथें देवगिरीचे यादव राजे राज्य करीत होते. यादववंशांतल्या महादेव नांवाच्या राजाचा मुख्य प्रधान जो हेमाद्रि त्याचा हा आश्रित होता असें म्हणतात. याचा गुरु व बाप हे दोघेहि वरदा नदीच्या तीरावरील सार्थ नांवाच्या गांवीं रहात असत. बोपदेव हा दांडगा लेखक होता. मुग्धबोध, कविकल्पद्रुम, व त्याची टीका कामधेनु यांखेरीज मुक्ताफळ, हरिलीलाविवरण, शतश्लोकी नांवाचा वैद्यविद्येचा एक ग्रंथ व धर्मशास्त्रावर एक ग्रंथ इतके ग्रंथ बोपदेवानें लिहिले आहेत.

बोपदेवाच्या मुग्धबोधाचा हेतु.—प्रसाद व संक्षेप हीं दोन्ही आपल्या ग्रंथांत आणून तो संक्षिप्त व सुलभ करावा हा बोपदेवाचा मुख्य हेतु होता. वार्त्तिकें वगैरे ग्रंथ सुलभ न होतां उलट त्यांचें काठिन्य वाढतच जातें. अशा स्थितींत नव्या ग्रंथाची जरूर भासणें केव्हांहि स्वाभाविक आहे. सौलभ्याच्या बाबतींत बोपदेवानें कांतंत्र शाखेचें धोरण स्वीकारलें आहे व संक्षेपासाठीं त्यानें पाणिनीचे प्रत्याहार योग्य ते फरक करून घेतले आहेत. वैदिक वाङ्मयासंबंधाच्या सर्व गोष्टी त्यानें अजांवात गाळून टाकून 'बहुलं ब्रह्मणि' या एकाच सूत्रानें त्यांची वाट लाविली आहे. याच्या ग्रंथांतील विशेष म्हणजे त्यांत धार्मिक गोष्टींकडे ग्रंथकाराचा ओढा आहेसें दिसतें. शक्य त्या त्या ठिकाणीं बोपदेवानें हरि, हर हीं नांवें उपयोगांत आणण्याची खबरदारी घेतलेली आहे. पुढें पुढें तर या संप्रदायाच्या लोकांनीं या बाबतींत अगदीं कळसच करून राधा, कृष्ण, शिव, दुर्गा, असल्या शब्दांनीं आपली परिभाषा बनविली. पाणिनीय 'इत्' यानें काढून टाकल्यामुळें व पाणिनीहून निराळी पद्धत स्वीकारल्यामुळें याचें व्याकरण समजण्यास जरासें कठिण जातें. यामुळें योग्यता असूनहि याच्या व्याकरणाचा व्हावा तितका प्रसार झालेला नाहीं.

या संप्रदायाचा उत्तरेतिहास.—मराठे लोकांचा उदय होण्यापूर्वींच्या दोन शतकांत बोपदेवाला बरीच मान्यता मिळालेली होती. शब्दकौस्तुभ व मनोरमा या ग्रंथांत भट्टोजी दीक्षितानें काढलेल्या उद्गारांवरून हें स्पष्ट होतें. मनोरमा ग्रंथांत भट्टोजी लिहितोः–'बोपदेव महाग्राहग्रस्तो वामन दिग्गजः कीर्तेरेव प्रसंगेन माधवेन विमोचितः ॥' 'मुग्धबोध' कर्त्याच्या मतांचें खंडण भट्टोजीनें बरेंच केलें आहे यावरूनहि भट्टोजी दीक्षिताच्या वेळीं हा संप्रदाय बराच जोरांत होतासें दिसतें.

मुग्धबोधावर अनेक टीका झाल्या आहेत. यांपैकीं सर्वांत प्रसिद्ध टीका म्हणजे राम तर्कवागीश याची होय. हा नैय्यायिक असून पाणिनि आदिकरून इतर ग्रंथांचेंहि यानें अवलोकन केलें होतें. दुर्गादासानेंहि याचा उल्लेख केलेला आहे (१६३९). दुर्गादासानें कविकल्पद्रुमावर एक टीका लिहिलेली आहे. दुर्गादासानें, रामानंद, काशीश्वर वगैरेंचा उल्लेख केलेला आहे; व उलट त्याचाहि उल्लेख विद्यावागीश, भोलानाथ व रामभद्र न्यायालंकार यांनीं केलेला आहे.

काशीश्वर रामतर्कवागीश व नंदकिशोरभट्ट यांनीं या संप्रदायाचे कांहीं ग्रंथ केले आहेत. त्यांचा उद्देश मुग्धबोधांत

ज्या गोष्टी सोडून दिल्या होत्या त्यांचें विस्तारेंकरून वर्णन करण्याचा दिसतो. यांपैकीं नंदकिशोरभट्टानें आपला काल इ. स. १३९८ हा दिला आहे.

या शाखेच्या उपग्रंथांपैकीं, कविकल्पद्रुमाखेरीज, वोपदेवाचा स्वतःचा असा एकहि ग्रंथ नाहीं. कविकल्पद्रुम हा ग्रंथ म्हणजे एक धातुकोश आहे. यावर कामधेनु नांवाची एक टीका आहे. याचें महत्त्व एवढेंच कीं, यांत दुसऱ्या ग्रंथांतलीं वचनें पुष्कळ सांपडतात. रामचंद्र विद्याभूषण यानें परिभाषावृत्ति नांवाचा ग्रंथ शके १६१० त लिहिला. दुसरेहि कित्येक ग्रंथ वोपदेवाच्या नांवावर प्रसिद्ध आहेत, पण ते बहुधा चुकीनें त्याच्या नांवावर पडले असावेत.

जौमरशाखा व तिचा प्रवर्तक.—या शाखेचें नांव जें लोकांत प्रसिद्ध आहे तें चुकीनें दिलें गेलें असावें. या शाखेंतील प्रख्यात लेखक जुमरनंदी याच्या नांवावरून हें नांव पडलेलें आहे. परंतु, या शाखेचा प्रवर्तक जो क्रमादीश्वर त्याच्या मागाहून कांहीं काळानें हा उदयास आला असावा असें वाटतें. याच्या वंशाबद्दल किंवा जन्मभूमीबद्दल कांहीं माहिती मिळत नाहीं. याच्या ग्रंथाचें नांव संक्षिप्तसार. या नांवावरून हा ग्रंथ दुसऱ्या कोठल्या तरी मोठ्या ग्रंथाचें सार असावें असें दिसतें. आणि पाणिनीच्या व्याकरणाखेरीज ज्या अर्थी हें कोठल्याहि व्याकरणाचें सार असणें शक्य नाहीं, त्या अर्थी प्रक्रियाकौमुदी किंवा सिद्धांतकौमुदी यांसारखे जे ग्रंथ आहेत त्यांच्या पूर्वीचा हा ग्रंथ असावयास पाहिजे. ऑफ्रेक्टनें हा संप्रदाय वोपदेव संप्रदायाच्याहि पूर्वीचा आहे असें म्हटलें आहे; पण हा वोपदेवाच्या लगेच मागाहून निघाला असावा असें कोलब्रूकचें मत आहे.

क्रमादीश्वराच्या ग्रंथाचें स्वरूप.—क्रमादीश्वरानें आपला ग्रंथ भर्तृहरीच्या महाभाष्यदीपिकेच्या नमुन्यावर लिहिला असून त्यांत उदाहरणेंहि भट्टिकाव्यांतील घेतलेलीं आहेत. हा ग्रंथ पाणिनीच्या ग्रंथाच्या तीन चतुर्थांशाएवढा असून अवश्यक वाटतील ते नियम काढून टाकणें व नवीन पद्धतीनें विषयाची मांडणी करणें असल्या प्रकारच्या क्रमादीश्वरानें सुधारणा केल्या आहेत. याच्या ग्रंथाचे सात पाद असून आठवा प्राकृताबद्दलचा पाद मागाहून जोडलेला आहे. व्यवस्थित युक्तिवाद, न्यायशुद्ध विधानें इत्यादि बाबतींत वोपदेव वगैरेंच्या व्याकरणांचा नंबर याच्या वराच वर लागेल. परंतु अशा तऱ्हेचें हें पहिलेंच व्याकरण असल्यानेंहि कदाचित् असें होणें शक्य आहे.

जौमरग्रंथावरच्या टीका.—जुमरनंदीची टीका ही या ग्रंथावरील सर्वांत जुनी टीका होय. जुमरनंदी या नांवाची या शाखेंतील टीकाकारांनीं बरीच मौज केली आहे. हें कोळी जातीच्या माणसाचें नांव असावें असें कित्येक म्हणतात. रसवती हें याच्या टीकेचें नांव असल्यामुळें त्या नांवावरून या संप्रदायाला रासवत असेंहि म्हणतात.

गोयीचंद्राची टीका ही या शाखेंतील दुसरी टीका होय. हिचा उत्कृष्ट भाग म्हणजे कारक-प्रकरणावरची टीका. हा भाग व याची अभिराम विद्यालंकारानें लिहिलेली उपटीका यांचें वाक्यमीमांसेसाठीं म्हणून अजून सुद्धां अध्ययन करतात. या टीकेवर न्यायपंचानन, केशवदेव, चंद्रशेखर, विद्यालंकार, वंशीवादन, हरिराम वगैरेंनीं टीका लिहिलेल्या आहेत. हा संप्रदाय कातंत्राच्या खालोखाल पश्चिम बंगाल्यांत अद्याप रूढ आहे.

सौपद्मशाखा:—हिचा प्रवर्तक पद्मनाभदत्त नांवाचा एक माणूस होता. हा पद्मनाभदत्त व या शाखेसाठीं म्हणून ज्यानें पुढें पृषोदरादिवृत्ति नांवाचा ग्रंथ लिहिला तो पद्मनाभदत्त हे एक नव्हत. हा दुसरा पद्मनाभदत्त इ. स. १३७५ च्या सुमारास होऊन गेला असें दिसतें. कारण, त्याची पृषोदरादिवृत्ति हि याच सालांत लिहिलेली आहे, असें तो स्वतःच म्हणतो. हें खरें असेल तर हा उज्ज्वलदत्ताच्या कांहींसा नंतर उदयास आला असें म्हटलें पाहिजे. कारण यानें उज्ज्वलदत्ताच्या ग्रंथाचा आधारभूत ग्रंथ या नात्यानें आपल्या भूरिप्रयोग कोशांत उल्लेख केलेला आहे; व या कालनिर्णयाचा आज निश्चित मानल्या जाणाऱ्या कोणत्याहि गोष्टीशीं विरोध येत नाहीं.

सौपद्म शाखेचें वैशिष्ट्य.—सौपद्मशाखेचें व्याकरण जें पद्मनाभदत्तानें लिहिलें, त्यांत पाणिनीचीं कांहीं सूत्रें, प्रत्याहार व परिभाषिक संज्ञा शब्दशः जशाच्या तशाच ठेविल्या आहेत. अर्थात् त्यानें पाणिनीचे बरेचसे नियम सुधारून त्यांची अधिक पद्धतशीर मांडणी केली आहे. व प्रत्येक सूत्राच्या शेवटीं स्वतःचें स्पष्टीकरण दिलें आहे. पद्मनाभदत्तानें बरीचशी पाणिनीचीच परिभाषा वापरली असल्यामुळें पाणिनीच्या परिभाषेंत लिहिलेल्या काव्यावरील व शास्त्रीय विषयांवरील इतर ग्रंथकारांच्या टीका वाचतांना या शाखेच्या लोकांना स्वतःच्या शाखेची परिभाषा विसरावी लागत नाहीं.

सौपद्म व्याकरणावरील टीका व उपग्रंथ.—सौपद्म शाखेच्या व्याकरणावर पद्मनाभदत्तानें स्वतःच सौपद्मपंजिका नांवाची टीका लिहिलेली आहे. हिच्याखेरीज दुसऱ्याहि कित्येक टीका आहेत. त्यांत विष्णुमिश्राची 'सौपद्ममकरंद' नांवाची टीका सर्वांत उत्तम आहे.

या शाखेंतील उपग्रंथांपैकीं, उणादि, धातु व परिभाषा यांवर पद्मनाभदत्तानें स्वतःच ग्रंथ लिहिले आहेत. परिभाषावृत्तीच्या शेवटीं या ग्रंथकारानें आपण केलेल्या वाङ्मयसेवेचा इतिहास दिला आहे तो ऐतिहासिक दृष्ट्या महत्त्वाचा आहे. धातुपाठांत धातुविभाग पाणिनीच्याच धर्तीवर असून त्यावर धातुनिर्णय नांवाची टीका आहे.

सध्याच्या काळांत मध्यबंगाल्यांत म्हणजे २४ परगण्यांत जेसोर, खुलना व भरतपूर एवढ्याच ठिकाणीं या शाखेचा प्रचार आहे.

अर्वाचीन व्याकरणसंप्रदायः—विशिष्ट धर्मसंप्रदायी व्याकरणाची पद्धत वोपदेवाच्या व्याकरणांत फक्त उदाहरणें घेण्यापुरतीच होती. तिचा इतर लोकांनीं कळस करून संप्रदायदेवतेचीं निरनिराळीं नांवें पारिभाषिक संज्ञांच्या ऐवजीं उपयोगांत आणलेलीं आहेत. हरिनामामृत व प्रवोधप्रकाश या नांवाचे दोन ग्रंथ या मासल्याचे आहेत. पहिला वैष्णव संप्रदायी असून दुसरा शैव संप्रदायी आहे. पहिल्यांत विष्णूचीं नांवें पारिभाषिक संज्ञा म्हणून घेतलीं आहेत तर दुसऱ्यांत शंकराचीं नांवें पारिभाषिक संज्ञा म्हणून घेतलीं आहेत. असो.

आरंभींचा काळ स्वतंत्र बुद्धीचे वैयाकरण निपजण्याचा होता. त्यानंतर एखादा महावैयाकरण घेऊन त्याच्या ग्रंथावर टीकोपटीकांचें जाळें विणणारांचा काळ आला. पण, हेंहि जेव्हां साधेनासें झालें तेव्हां, 'बालानां सुखबोधाय' निरनिराळीं चोपडीं लिहिण्याची वेळ आली. पण एवढ्यानेंच झालें नाहीं. पुढें तर संप्रदाय सोडून देऊन सर्व तऱ्हेच्या नवशिक्या लोकांकरितां नवीन चोपडीं निर्माण होऊं लागलीं. या विषयावरील विवेचन संपविण्यापूर्वी असल्या कांहीं ग्रंथांचें वर्णन दिल्यास अप्रासंगिक होणार नाहीं.

प्र वो ध चं द्रि का.—हा ग्रंथ १५० च वर्षांचा जुना आहे. यांतील उदाहरणें रामाच्या नांवावरचीं आहेत. याचा कर्ता विज्जलभूपति असावा असें म्हणतात.

भो ज व्या क र ण.—याचा कर्ता विनयसुंदर. हें व्याकरण भोजराजाकरितां लिहिलें.

भा वि सिं ह प्र का श.—याचा कर्ता भट्ट विनायक. हा ग्रंथ भाविसिंह नांवाच्या राजपुत्रासाठीं लिहिला होता.

दी प व्या क र ण.—याचा कर्ता चिद्रूपाश्रम. हा मुख्यतः नवशिक्या लोकांकरितां आहे.

का रि का व लि.—भट्टाचार्यचक्रवर्ति उपनामक नारायण नांवाच्या एका गृहस्थानें हा ग्रंथ लिहिला. यानें हा ग्रंथ आपल्या मुलाकरितां लिहिला. या मुलानेंहि त्यावर एक टीका लिहिली आहे.

बा ला व वो ध.—याचा कर्ता नरहरि. असल्या तऱ्हेच्या ग्रंथांपैकीं हा शेवटचा ग्रंथ होय. पंचमहाकाव्यांशीं परिचय करून देण्याइतकी व्युत्पत्ति शिकविणें हा याचा उद्देश आहे. दहा दिवसांत वैयाकरण तयार करण्याची ग्रंथकाराची प्रतिज्ञा आहे.

या ग्रंथकारांची यादी आणखी लांबवून तीं आजतागायत पर्यंत आणतां येईल. परंतु, तसें करण्याची येथें अवश्यकता दिसत नाहीं.

संस्कृत भाषाशास्त्रें आणि आधुनिक भाषाशास्त्र.—भारतीय व्याकरणशास्त्राच्या इतिहासावरून आपण अधिक व्यापक अशा भाषाशास्त्राकडे वळूं. भाषाशास्त्राचा अभ्यास जो अलीकडे होतो तो अभ्यास देखील प्राचीन भारतीय भाषाशास्त्रांचें उपबृंहित स्वरूप आहे असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. साहित्य जमा करणें आणि त्याचा अभ्यास करणें या क्रिया सर्व शास्त्रांत होतात त्याप्रमाणें भाषाशास्त्रांतहि होतात. भाषाशास्त्रांतील महत्त्वाचीं शास्त्रें म्हटलीं म्हणजे व्याकरण, निरुक्त वगैरे होत. या बाबतींत भारतीयांच्या विद्येइतकी प्रगति प्राचीन जगांत दुसऱ्या कोठेंहि झाली नव्हती, येवढेंच नव्हे तर अर्वाचीन जर्मन पांडित्याचा उदय होण्यापूर्वी अर्वाचीन जगांतहि झाली नव्हती असें म्हणतां येईल. जुनी यूरोपीय संस्कृति ध्वंसिल्यानंतर अरबांचे तडाखे व ख्रिस्ती भिक्षुकांचे पाश यांतून यूरोपीय बुद्धिमत्ता सुटून द्रव्यदायक भौतिक शास्त्रांच्या पलीकडे दृष्टि फिरविण्यास लागावयास ख्रिस्ती अठरा शतकांचा काल लोटावा लागला. पाणिनीच्या सारखा वैयाकरण पुढें झाला नाहीं आणि आज अनेक पंडितांच्या परिश्रमानें भाषाभ्यास जरी बराच पुढें गेला आहे तरी सर्व जगाच्या भाषाशास्त्राच्या इतिहासांत अष्टाध्यायीइतका अमर्त्य आणि परिणामकारी ग्रंथ दुसरा झाला नाहीं. प्राचीनांनीं भाषेचें व्याकरण म्हणजे वाक्यपृथक्करण व शब्दपृथक्करण केलें, मुखस्थानांपासून वर्णोत्पत्तीचे नियम शोधून काढले, प्रत्येक संबंधोत्पादक शब्दांचा सूक्ष्म अर्थ तपासून मीमांसा व व्याकरण या शास्त्रांत अन्तर्भूत केला, येवढेंच नव्हे तर भाषा व उपभाषा यांतील संबंध व फरक हे नोंदिले आणि भाषेंतील सर्व शब्दांचा संग्रह करण्याचा इष्टानें प्रयत्न केला. अर्थात् प्राचीन भारतीयांच्या भाषापांडित्यासारखें पांडित्य जगांत कोठेंहि नव्हतें आणि अर्वाचीन भाषापांडित्य हें संस्कृत भाषेच्या अभ्यासानंतर सुरू झालें ही गोष्ट लक्षांत घेण्याजोगी आहे.

भाषाशास्त्राचा इतिहास लिहावयाचा म्हणजे प्राचीन भारतीय विद्येपासून एकदम १९ व्या शतकावर उडी मारली असतां हरकत नाहीं. ऐतिहासिक भाषाशास्त्रास प्रारंभ जो हेमचंद्र, वररुचि, इत्यादिकांनीं केला त्याचा विस्तार म्हणजे आजचें ऐतिहासिक व्याकरणशास्त्र होय. याचा अर्थ असा नव्हे कीं, ग्रीक, रोमन, वगैरे राष्ट्रें भाषाशास्त्रमूढ होतीं. त्यांच्यामध्यें व्याकरणें झालीं, कोश झाले, तथापि हेंहि म्हणतां येईल कीं, भाषाशास्त्राच्या अभ्यासामध्यें पद्धतीचा इतिहास आपण लिहूं लागलों असतां आपणास हेमचंद्र, यास्क, पाणिनी, वररुचि, यांच्या कालावरून एकदम १९ व्या शतकाच्या मध्यभागापर्यंत आलें असतां पद्धतिविकासेतिहासाची एखादी महत्त्वाची पायरी आपण चुकविली असें वाटणार नाहीं.

भाषाशास्त्राचा यूरोपांत अभ्यास.—यूरोपांत व्याकरणशास्त्राचा उदय ग्रीकांच्या काळांत थोडा बहुत झाला. तथापि तो केवळ वादविवादाचें व अलंकाराचें अंग म्हणून उत्पन्न झाला. त्याच्या उत्पत्तीस सोफिस्ट पंडित कारण झाले. प्रोटागोरास हा ग्रीकांचा मोठा वैयाकरण; पण त्याची उडी लिंगभेदाचें अवगमन आणि क्रियापदांचे 'अर्थ' (विध्यर्थादि) यांच्या पलीकडे गेली नाहीं. ग्रीक तत्त्वज्ञ

प्लेटो, आरिस्टाटल वगैरेपर्यंत जर आपण नजर फेंकली तर व्याकरणशास्त्राची वाढ फारच थोडी झालेली दिसते.

व्याकरणाची वाढ त्यानंतर थोडीबहुत अलेक्झांड्रिया येथें झाली. अलेक्झांड्रिया येथील तत्त्वज्ञ होमरच्या भाषेचें आणि ॲटिका येथील ग्रंथकारांचे ग्रंथ वाचून भाषेचें पृथक्करण करूं लागले व भाषेचे नियम शोधूं लागले. त्यांच्यामध्यें पंथ उत्पन्न झाले. एक पंथ म्हटला म्हणजे ॲनालॉजिस्टांचा; आणि दुसरा पंथ ॲनोमॅलिस्टांचा. एक पंथ म्हणे, व्याकरणाच्या नियमास अपवाद नकोत, दुसरा पंथ म्हणे, भाषा तर अपवादानेंच भरलेली आहे.

रोमन काळांतील भाषाशास्त्राचा अभ्यास.—व्याकरणाचा अभ्यास पुढें रोमन लोक करूं लागले. तो अभ्यास त्यांनीं ग्रीक भाषेच्या अभ्यासाबरोबर सुरू केला; व आपलीं व्याकरणें ग्रीक पद्धतीवर बसविलीं. अर्थात् तीं व्याकरणें चुकांनीं भरलीं. अलेक्झांड्रियामध्यें व्याकरणशास्त्राचा जो विकास झाला त्याची बरोबरी यूरोपांत पुढें बराच काळ झाली नाहीं. मध्ययुगामध्यें लॅटिन शिकण्याकरितां तुटपुंजीं व्याकरणें लोक थोडींबहुत तयार करीत. तथापि शास्त्रवृद्धि म्हणजे भाषापृथक्करण या दृष्टीनें त्यांची किंमत बेताचीच होती.

तौलनिक भाषाशास्त्राची यूरोपांत उत्पत्ति.—व्याकरणशास्त्राचे तीन भाग करतां येतील. एका भाषेचें एका कालापुरतें व्याकरण, ऐतिहासिक व्याकरण व तौलनिक व्याकरण. तौलनिक व्याकरण म्हणजे अनेक भाषांचें पृथक्करण करून निरनिराळ्या भाषांच्या घटनेंत सादृश्य किंवा विसादृश्य काय आहे तें पाहणें. या तीन प्रकारच्या प्रयत्नांपैकीं पहिल्या तऱ्हेचा प्रयत्न यूरोपांत थोडाबहुत झाला, आणि भाषातत्त्ववेत्ते व व्याकरणज्ञहि थोडेबहुत झाले. त्यांत बर्नेहार्डी वगैरेंचीं नांवें देतां येतील. तथापि व्याकरणशास्त्रांत म्हणण्यासारखी यूरोपची प्रगति जेव्हां त्यांनां संस्कृत व इतर भारतीय भाषांशीं परिचय झाला आणि भारतीय व्याकरणपद्धति दृष्टीस पडली तेव्हांच झाली. व्याकरणशास्त्रावरचा यूरोपीयांचा महत्त्वाचा पहिला ग्रंथ म्हटला म्हणजे हंबोल्टचें जर्मनमधील कविभाषेचें व्याकरण, आणि विशेषेंकरून त्यांतील त्याची प्रस्तावना, हा होय. म्हणजे जी बुद्धिमत्ता हिंदुस्थानांत वररुचिहेमचंद्र यांच्या काळांत होती ती बुद्धिमत्ता यूरोपमध्यें येण्यास हंबोल्टच्या काळापर्यंत वाट पहावी लागते. याच्यानंतर तौलनिक व्याकरणशास्त्राचा उदय झाला असें म्हणतां येईल. आणि बॉप, बेन्फे, बीम्स यांसारख्या पंडितांचा काळ त्याच्यानंतरचा होय.

यूरोपांतील भाषाशास्त्रविषयक मतभेद.—यूरोपीय शास्त्रज्ञांमधील शास्त्रविषयक तंटे व पक्ष यांची आपणांस थोडीशी माहिती असावी. कां कीं त्याशिवाय त्यांच्या ज्ञानाचें व त्यांचें शास्त्रीय विवेचन आणि पक्षमूलक दुराग्रह यांचें सम्यग् ज्ञान होणार नाहीं. त्यांच्या तंट्यांतील कांहीं ठळक मतभेदांचा केवळ उच्चार करून आपणांस पुढें गेलें पाहिजे.

स्व रू प वि ष य क.—पहिल्याप्रथम शास्त्राच्या स्वरूपाविषयीं असलेले मतभेद घेऊं. भाषाशास्त्र हें कसें आहे, याचा अन्तर्भाव कोठें करावयाचा याविषयीं दोन मतें आहेत. श्लायशेर व मॅक्समूलर ही मंडळी असें म्हणत कीं, भाषेच्या विकृतीमध्यें किंवा चालू अवस्थेंत नैसर्गिक नियम आढळून येतात त्या अर्थी भाषाशास्त्राचा समावेश भौतिक शास्त्रांत व्हावा. उलट पक्ष असें म्हणे कीं, भाषाशास्त्राचा समावेश ऐतिहासिक शास्त्रांत व्हावा. आज भाषाशास्त्र हें मनुष्येतिहासास उपयोगी शास्त्र म्हणून समजण्यांत येतें; आणि ज्या प्राचीन कालाबद्दल अन्य प्रकारची माहिती उपलब्ध नाहीं त्या कालाचा इतिहास लिहिण्याकडे भाषाशास्त्राचा उपयोग करण्यांत येतो. भाषेच्या भौगोलिक स्थानाचें इतिहासमहत्त्व तिसऱ्या विभागांत (पृ १७) दिलेंच आहे. भाषांवरून मानववंश कसे काढतां येतात, व भाषांचें वर्गीकरण कसें करावें याविषयीं माहिती त्यानंतर तिसऱ्या विभागांतच दिली आहे. मनुष्याच्या परिभ्रमणाचा इतिहास भाषाशास्त्राच्या साहाय्यानें कसा काय लागतो याविषयींहि माहिती दिली आहे. यावरून भाषाशास्त्र व मानवेतिहास यांचा संबंध कसा निकट आहे तें दिसून येईल.

भाषाशास्त्रपंडितांचे मतभेद भाषाशास्त्रास नांव काय द्यावें याविषयीं देखील आहेत.

ना म मू ल क.—भाषाशास्त्राचे निदर्शक शब्द यूरोपीय वाङ्मयांत फिलॉलजी, ग्लॉटिक्स लिंग्विस्टिक्स वगैरे आहेत. यांपैकीं फिलॉलॉगी उर्फ फिलॉलजी याच्या उपयोगासंबंधानें फ्रेंच व इंग्रज ग्रंथकार आणि विरुद्ध पक्षीं जर्मन ग्रंथकार यांमध्यें फरक आहे. जर्मन ग्रंथकार हा शब्द संस्कृतिशास्त्र अशा अर्थानें वापरतात. फिलोलोगी हा ग्रीकांचा शब्द आहे आणि या शब्दाचा ग्रीक अर्थ अगदींच भिन्न आहे. मध्ययुगांत जे ग्रंथकार आपणांस फिलोलोगिस्ट म्हणवीत ते बरेंच व्यापक क्षेत्र आपल्या शब्दकक्षेंत घेत.या प्रकारच्या परिस्थितीमुळें शास्त्रनामकरणांत आणि विषयक्षेत्रव्याख्यानांत वैयक्तिक आवडीनिवडीस बरेंच क्षेत्र राहतें; आणि यामुळें भाषाविषयक शास्त्रावरील वाङ्मयाचा बराचसा भाग एतद्विषयक तंट्यांनीं व्यापिला आहे. यूरोपीय संज्ञा आणि त्यांचे इतिहास यांशीं शास्त्रांचें वर्गीकरण जुळविण्याची जबाबदारी आपल्यावर मुळींच नसल्यामुळें आपणांस त्या तंट्यांत पडावयाचें कारण नाहीं, आणि त्या तंट्यामुळें व त्यांत झालेल्या तडजोडीमुळें जी कोती व मूर्ख बंधनें उत्पन्न होतात तीं लावून घेण्याचें कारण नाहीं.

अलेक्झँड्रियापासून अर्वाचीन काळापर्यंत.—अलेक्झांड्रिया येथील वैयाकरणापासून अर्वाचीन पाश्चात्त्य भाषाशास्त्रज्ञांपर्यंत सांखळी जोडतांना ज्या महत्त्वाच्या कार्यांचा उल्लेख केला पाहिजे तीं कार्यें, आणि त्यांतील संगति याविषयीं येणेंप्रमाणें माहिती देतां येईल. भाषेची उत्पत्ति वगैरे

तात्त्विक विषयावर लिखाणें लेखकाच्या ज्ञानाच्या प्रमाणानें मधून मधून होत असत. त्यांचें आपणांस महत्त्व नाहीं.

तथापि भाषाशास्त्राच्या विकासास कारक असे ग्रंथ झाले त्यांमध्यें कांहीं संग्रहांचा उल्लेख केला पाहिजे. १८ व्या शतकांत ख्रिस्ती प्रार्थनेची जगांतील अनेक भाषांत भाषांतरें करून तीं एकत्र करण्यांत आलीं आणि १७८७ मध्यें कॅथराईन दी सेकंड या राणीनें जगांतलि अनेक भाषांचा एक कोश करवून प्रसिद्ध केला. तसल्याच तऱ्हेचें दुसरें कार्य म्हणजे अडेलूंग या नांवाच्या एक पंडिताचा मिथ्रिडाटिस नांवाचा एक ग्रंथ होय. अडेलूंगचें काम पुढें फाटर यानें चालविलें आणि संपूर्ण के. (बर्लिन १८०६ ते १८२१). या ग्रंथाचें महत्त्व केवळ साहित्य म्हणूनच आहे. यूरोपीय भाषाशास्त्रपांडित्यांतील एक महत्त्वाचा वाद म्हटला म्हणजे भाषा ही मनुष्यकृति आहे कीं दैवी देणगी आहे यासंबंधाचा होय. या वादामध्यें तत्त्ववेत्ता हर्डर व सुस्मिल्क हे होते. सुस्मिल्क यानें आंकडेशास्त्राच्या साहाय्यानें ईश्वराचें अस्तित्व सिद्ध करूं पाहणारा ग्रंथ १७६१ मध्यें प्रसिद्ध केला आणि १७६६ सालीं भाषा ही मनुष्यकृति नसून केवळ ईश्वरकृति आहे अशा अर्थाचा एक ग्रंथ लिहिला. पुढें जेव्हां भारतीय भाषांचें ज्ञान यूरोपांत पसरलें तेव्हां बॉप व हंबोल्ट हे ग्रंथकार निर्माण झाले. बॉपला हर्डरच्या संप्रदायाचा न म्हणतां मागें उल्लेखिलेला अडेलूंग व फ्रहेरर यांच्या संप्रदायाचें म्हटलें पाहिजे. बॉपनें प्रथमतः १८१६ सालीं आर्यन् भाषांतील क्रियापदांवर ग्रंथ लिहिला, आणि आपलें तौलनिक व्याकरण वरचें नंतर प्रसिद्ध केलें. हंबोल्टचे ग्रंथकाल १८३६-१८७६ असे देतां येतील. हंबोल्टचें भाषांचें वर्गीकरण सामासिक भाषा, शब्दयोगी अथवा चिकटया भाषा व प्रत्ययान्त भाषा असें आतांपर्यंतच्या भाषाशास्त्रज्ञांनीं घेतलें आहे; आणि रा. राजवाड्यांनीं देखील याच वर्गीकरणाचा स्वीकार करून संस्कृत भाषा या प्रत्येक स्थितींत असतां कशी होती हें दाखविण्याचा प्रयत्न आपल्या 'संस्कृत भाषेचा उलगडा' या पुस्तकांत केला आहे. या प्रकारच्या वर्गीकरणाचें महत्त्व मनुष्येतिहास लिहितांना कसें दुर्बल होतें हें आम्ही तिसऱ्या विभागांत (पृष्ठ २३-२४) दाखविलें आहे. हंबोल्ट व बॉप यांच्या नंतरचा विकास देणें म्हणजे अर्वाचीन भाषापांडित्य संपूर्ण देणें होय. तें येथें देण्यांत मतलब नाहीं.

मराठींतील भाषाशास्त्रविषयक प्रयत्न.— भाषाशास्त्रविषयक मराठींत वाङ्मय फारच थोडें आहे. महाराष्ट्रीय ज्ञानकोशाच्या प्रस्तावनाखंडांत जगाचे इतिहासभाग पाडण्यासाठीं भाषाशास्त्राची मदत कशी काय होते हें सांगून शिवाय अनेक भाषांचें वर्णनहि दिलें आहे. त्यांत सिंहली भाषेचें वर्णन (विभाग १ पृष्ठ १४३-१४९) पूर्वेकडील द्वीपकल्प व दक्षिणद्वैपायनसंस्कृति यांतील तीस एक भाषांचें स्वरूपहि वर्णन केलें आहे. तसेंच पुढें जिप्सींच्या भाषेची सविस्तर माहिती 'पश्चिमेकडील भ्रमण' या प्रकरणांत दिली आहे.

बॉपच्या काळानंतर तौलनिक भाषाशास्त्र चांगल्या तऱ्हेनें प्रस्थापित झालें. आणि आज जगांतील प्रत्येक महत्त्वाच्या राष्ट्रांत महत्त्वाचे पंडित होऊन गेले. संस्कृत व्याकरणाच्या अभ्यासाचा विकास देखील अनेक पंडितांनीं केला आहे. वैदिक व्याकरणाचें पृथक्करण जें पाणिनिकडून अपुरें राहिलें तेंहि पुरें करण्याची खटपट अर्वाचीन भाषा पांडित्य करीत आहे. भारतीय भाषाशास्त्रपांडित्यांत हिंदुस्थानी माणसांचीं नांवें घ्यावयाचीं झालीं तर प्रथम राजवाड्यांचें नांव घेऊन 'अनामिका सार्थवति बभूव' असें म्हणावें लागतें.

मराठी भाषेचा अभ्यास करण्याचा पहिला महत्त्वाचा प्रयत्न महानुभावांनीं केला. त्यांच्यानंतर मराठींत ग्रंथ झाले, पण व्याकरणावर ग्रंथ झाले नाहींत. कॅरेनें श्रीरामपुरास बसून एक मराठीचें तात्पुरतें इंग्रजींत व्याकरण रचण्याचा प्रयत्न केला. मराठींत चांगलें मोठें व्याकरण लिहिण्याचा प्रयत्न म्हटला म्हणजे दादोबा पांडुरंगांचा होय. त्यांच्या कृतीसंबंधानें सहानुभूतीनें बोलावयाचें म्हणजे त्यांनीं आपल्या शिक्षणाच्या मानानें त्यांत आपली पराकाष्ठा केली असें म्हणून पुढें जावें. मराठींत आलेल्या शब्दांचें ऐतिहासिक अवलोकन करण्याचा प्रयत्न कृष्णशास्त्री गोडबोल्यांनीं केला. दादोबा पांडुरंगांनां संस्कृत सुद्धां येत नव्हतें त्यामुळें त्यांचें व्याकरण भाषेचें स्थूल पृथक्करण करून मोकळें झालें आहे; आणि कृष्णशास्त्री गोडबोले यांनीं मराठी भाषेंतील शब्दांचें पृथक्करण व त्यांचें व्युत्पत्तिशास्त्र त्या काळाच्या मानानें बरें सांगितलें आहे.

भाषाशास्त्राचा ऐतिहासिक अभ्यास.— ऐतिहासिक पद्धतीचा मराठी भाषेला स्पर्श होऊं देणारा पहिला लेखक म्हटला म्हणजे कृष्णशास्त्री चिपळूणकर हा होय. त्यांनीं दादोबाकृत व्याकरणावर टीकात्मक लेख प्रथम शालापत्रकांतून प्रसिद्ध केले; ते पुढें रामचंद्र भिकाजी जोशी यांनीं स्वतंत्र छापून काढले. जोशी यांनींहि एक मराठी व्याकरण लिहिलें आहे. त्या व्याकरणास शास्त्राच्या विकासाच्या इतिहासांत स्थान नाहीं. केवळ तार्किक दृष्टया वाक्यांतील शब्दांची परस्परसंगति पाहणारा आणि मराठी व्याकरणाचा शास्त्रीय दृष्टीनें अभ्यास करणारा लेखक म्हटला म्हणजे मोरोपंत दामले हा होय.

राजवाडे यांचे महत्त्वाचे व्याकरणग्रंथ म्हटले म्हणजे ज्ञानेश्वरीचें व्याकरण, सुबंतविचार, गोवें येथें निघणाऱ्या प्राचीप्रभा या मासिकांतील व्याकरणावरील लेख, आणि त्यांनीं अलीकडे प्रसिद्ध केलेला 'संस्कृत भाषेचा उलगडा' हे होत. 'संस्कृत भाषेचा उलगडा' या पुस्तकामध्यें वैदिक भाषेचें पृथक्करण निराळ्या पद्धतीनें केलें आहे; आणि आर्यन् महावंशाच्या इतिहासाविषयीं प्रचलित कल्पनांपेक्षां निराळ्या कल्पना त्यांनीं पुढें मांडल्या आहेत. ज्ञानेश्वरीचें व्याकरण ज्या प्रतीवरून त्यांनीं तयार केलें त्या प्रतीची प्राचीनता त्यांच्या अनुयायांपैकींच कित्येक उदाहरणार्थ, रा. भावे व पोतदार

अक्षरांच्या वळणांच्या इतिहासाच्या दृष्टीनें शंकास्पद समजूं लागले आहेत. परंतु भाषेतिहासाच्या दृष्टीनें त्यांच्या व्याकरणाचें परीक्षण करण्याची तसदी अजून कोणी घेतली नाहीं. आणि राजवाड्यांच्या अनेक हजारों शब्दांच्या व्युत्पत्त्या पाहून कित्येक व्युत्पत्त्यांबद्दल जरी मधून मधून विनमेहनतीची टीका दृष्टीस पडते तरी त्यांच्या कार्याचें सविस्तर परीक्षण करणारा कोणी निघाला नाहीं.

मीमांसा-तिचें प्रयोजन व उत्पत्ति.—आतां मीमांसा शास्त्राकडे वळूं. मीमांसेनें काय केलें, तिची उत्पत्ति कशी झाली, याविषयीं थोडेसें विवेचन प्रथम देतों. म्हणजे तिचें भाषाशास्त्राशीं कसें नातें आहे हें स्पष्ट होईल.

यज्ञ चालू असतां मध्यें कांहीं संशय किंवा तंटा उत्पन्न झाला, म्हणजे तो तोडण्यास उपाय म्हणजे शिष्टांनां विचारणें. शिष्टांनीं निर्णय द्यावयाचा, म्हणजे पूर्वींची रीत किंवा वाक्य पाहून किंवा कांहीं तरी युक्ति काढून निर्णय द्यावयाचा. युक्ति किंवा पाठीमागची रीत अगर वाक्य पाहून जे निर्णय करीत तेच पहिले मीमांसक. त्यांस ब्रह्मवादी देखील म्हणत. जसजसें वेदाक्षर स्थित होऊं लागलें तसतसें युक्तीचें प्रयोजन कमी होऊन शब्दांपासून शुद्ध अर्थ काढण्याकडेसच प्रवृत्ति होऊं लागली. या तऱ्हेचे प्रयत्न पुष्कळसे वेदांतच दृष्टीस पडतात. मीमांसाकारांनीं विधिवाक्यें काढावयाचीं, त्यांचा अर्थ लावावयाचा आणि निर्णय द्यावयाचा, हें त्यांचें कार्य असे. मीमांसेचा धर्माशीं संबंध वेवस्टरच्या कोशाचा हिंदुस्थानच्या कायद्याशीं असलेल्या संबंधापेक्षां अधिक नाहीं. वास्तविक पहातां तो त्याहूनहि कमी आहे. मीमांसेचा उपयोग वेदवाक्याचा अर्थ लावण्यासाठीं. वेदवाक्याचा म्हणजे ब्राह्मण वाक्यांचाच अर्थ विशेषतः मीमांसेंत लावलेला आढळतो. ऋग्वेदाचा अर्थ लावण्याच्या कामीं मीमांसेचा उपयोग नाहीं. अर्थ लावण्याचा हेतु यज्ञांतील क्रिया कशी करावी यासंबंधीं बोध देणें हा होय. लग्न कोणाशीं कसें लावावें; आणि सावकारानें व्याज किती आकारावें यासंबंधीं निर्णय करण्यास लागणारीं वाक्यें वेदांतील विधिवाक्यांत संगृहीत नाहींत. आणि तो त्यांचा विषय नव्हे. मीमांसा हें कायद्याचें शास्त्र मुळींच नाहीं. तर्कशास्त्राचे इंग्रज लोक इंडक्टिव्ह म्हणजे प्रत्यक्षसंकलनमूलक तर्कशास्त्र आणि डिडक्टिव्ह म्हणजे आप्तवाक्यमूलक तर्कशास्त्र असे दोन भाग करतात. एका सिद्धांतावरून दुसरे सिद्धांत काढले म्हणजे वाक्यमूलक तर्कशास्त्र झालें. मीमांसेविषयीं असेंहि म्हणतां येईल कीं, वाक्यमूलक तर्कशास्त्राची अत्यंत परिणतावस्था भारतीयांचें मीमांसाशास्त्र दाखवितें. मीमांसेवर ग्रंथ थोडे आहेत. मूळ जैमिनीचीं सूत्रें आणि त्यावरील कुमारिलाचें भाष्य त्यांवरून मुख्यतः आजचा अभ्यास होतो. मीमांसेचें स्वरूप लक्षांत येण्यासाठीं तदंतर्गत विषयांचें थोडेसें विवेचन येथें देतों.

या शास्त्रास भगवान् जैमिनीनें 'अथातो धर्मजिज्ञासा' या सूत्रापासून सुरुवात केली असून 'अथ' या शब्दाचा अर्थ वेदाध्ययनानंतर असा करण्यांत येतो. 'अतः' या पदानें अर्थज्ञानरूप वेदाध्ययनाचें दृष्ट फल आहे असें सांगितलें जातें. म्हणून धर्माची म्हणजे वेदार्थाची जिज्ञासा म्हणजे विचार करावा असा स्पष्ट अर्थ होतो. एका वाक्यांत या सूत्राचा असा अर्थ देतां येईल.

'वेदाध्ययनानंतर अर्थज्ञानाकरितां वेदार्थाचा-धर्माचा-विचार करावा.' 'जिज्ञासा' या पदाची 'विचार' या अर्थी लक्षणा करावी लागते.

एकंदरींत हें धर्मविचारशास्त्र आरंभावें असें या सूत्रानें सांगितलें आहे.

'धर्म' म्हणजे काय याचा विचार दुसऱ्याच सूत्रांत जैमिनीनें केला आहे. तें सूत्र खालीलप्रमाणें आहे.

चोदनालक्षणोऽर्थोधर्मः ।

याचा थोडक्यांत अर्थ (वेदानें प्रयोजनाला उद्देशून) 'विधीमान जो अर्थ त्याला धर्म' म्हणावयाचें असा आहे.

याचें उदाहरण 'यजेत स्वर्गकामः' 'स्वर्गेच्छु माणसानें यज्ञ करावा' असा आहे.

'चोदना' फक्त वेदाचीच घ्यावयाची.

'वेद' म्हणजे अपौरुषेय वाक्य. वेद हे पुरुषनिर्मित नाहींत. कारण,

वेदस्याध्ययनं सर्वं गुर्वध्ययनपूर्वकम् ।
वेदाध्ययनसामान्यादधुनाध्ययनं यथा ॥

या अनुमानपद्धतीनें वेदांचें अपौरुषेयत्व सिद्ध होतें.

'यः कल्पः सः कल्पपूर्वः' यावरून जग अनादि आणि ईश्वर सर्वज्ञ असल्यामुळें पूर्वकल्पीय वेद ईश्वर या कल्पांत पुनः उपदेशितो. यावरून वेद पौरुषेय नाहींत असें होतें.

काठक, कौथुम, तैत्तिरीयक वगैरे नांवें संप्रदायप्रवर्तकांचीं आहेत; वेदकर्त्यांचीं नव्हेत.

भारतादिकांचा कर्ता ज्याप्रमाणें उपलब्ध होतो त्याप्रमाणें वेदाचा कर्ता उपलब्ध होत नाहीं. म्हणून वेदांनां पौरुषेय म्हणतां येत नाहीं.

अपौरुषेय वेदांत प्राणिमात्राला स्वाभाविक असणारे दोष शक्य नसल्यामुळें वेद हे धर्मविषयक प्रमाण आहेत.

वेदांचे पांच प्रकार आहेत.

(१) विधि (२) मन्त्र (३) नामधेय (४) निषेध (५) अर्थवाद.

विधि.—अप्राप्त किंवा अपूर्व गोष्टीचें बोधन करून देणाऱ्या वाक्याला 'विधि' असें म्हणतात.

उदाहरण.—'अग्निहोत्रं जुहुयात्स्वर्गकामः' स्वर्गकाम पुरुषानें अग्निहोत्रानें स्वर्ग मिळवावा.

कांहीं ठिकाणीं याग अन्य वाक्यानें प्राप्त असून केवळ गुणमात्र विधान असतें त्यास 'गुणविधि' असें म्हणतात.

उदाहरणः—'दध्ना जुहुयात्' येथें 'अग्निहोत्रं जुहुयात्' या वाक्यानें होम विहित आहे. त्यांत दधिविधान फक्त 'दध्ना जुहुयात्' या वाक्यानें केलें आहे. यास गुणविधि असें म्हणतात.

ज्या ठिकाणीं गुण आणि याग या दोहोंचें एकदम विधान असतें त्यास 'उभयविधि' असें म्हणतात.

उदाहरण.—'सोमेन यजेत' या ठिकाणीं सोम आणि याग यांचें एकच वाक्यानें विधान आहे.

विधींचे चार प्रकार आहेत.

[१] उत्पत्तिविधि [३] अधिकारविधि

[२] विनियोगविधि [४] प्रयोगविधि

आतां या प्रत्येक विधि भेदाकडे वळूं.

[१] उत्पत्तिविधि.—कर्मस्वरूपाचें ज्ञान करून देणाऱ्या विधीस 'उत्पत्तिविधि' असें म्हणतात.

उदाहरणः—'अग्निहोत्रं जुहोति'

वस्तुतः द्रव्य आणि देवता हें कर्माचें स्वरूप आहे. ते दोनहि ज्या ठिकाणीं सांगितले असतील त्यालाच उत्पत्तिविधि म्हणतां येईल. 'अग्निहोत्रं जुहोति' याला म्हणतां येणार नाहीं तथापि होमरूप कर्मस्वरूपाचा बोध या वाक्यानें होत आहे, म्हणून यास 'उत्पत्तिविधि' असें म्हणतात.

[२] विनियोगविधि.—'अंग आणि प्रधान संबंध-बोधक विधीला विनियोगविधि असें म्हणतात.

उदाहरणः—'दध्ना जुहोति'

या वाक्यांत तृतीयाविभक्तीनें ज्याचा अंगभाव उघड झाला आहे अशा दह्याचा होमाशीं संबंध दाखविला आहे.

अं ग प्र धा न सं बं ध स्प ष्टी क र णा पू र्वी प्र मा ण वि ष य क वि षयां त र.—या विधीस सहाय्यभूत सहा प्रमाणें आहेत. तीं खालील प्रमाणें:—

[१] श्रुति म्ह. वेदवाक्य, स्वयंमहत्त्वाचा शब्द.

[२] लिङ्ग म्ह. यौगिक अर्थापेक्षां अधिक अर्थ.

[३] वाक्य म्ह. शब्दाची सापेक्षता.

[४] प्रकरण म्ह. वाक्यांची सापेक्षता.

[५] स्थान म्ह. संदर्भ.

[६] समाख्या म्ह. यौगिक अर्थ.

या सहा प्रमाणांच्या सहाय्यानें अंगत्व ठरविलें जातें. या प्रामाणांचें स्पष्टीकरण सविस्तर केलें पाहिजे. क्रमानें दुर्बल अशीं हीं प्रमाणें आहेत; आणि त्यांचें दुर्बलत्व युक्तिसिद्ध आहे.

[१] श्रु तिः—श्रुति = निरपेक्ष शब्द. ज्याच्या प्रामाण्याविषयीं कशाचीहि अपेक्षा लागत नाहीं त्यास 'श्रुति' असें म्हणतात.

श्रुतीचे तीन प्रकार आहेत.

[अ] विधात्री श्रुति [इ] विनियोक्त्री श्रुति

[आ] अभिधात्री श्रुति

विधात्री म्हणजे क्रियापदाचा विधायक असा लिंगादि भाग [लिङ्ग ही विध्यर्थाची प्राचीन संज्ञा आहे. अशी प्रत्येक कालाला लकारात्मक संज्ञा आहे].

अभिधात्री म्हणजे 'व्रीहिणा यजेत' वगैरे श्रुति. अभिधात्री म्हणजे वाचक.

विनियोक्त्री म्हणजे जिच्या श्रवणानेंच संबंध कळतो त्या श्रुतीस विनियोक्त्री असें म्हणतात.

या श्रुतीचे तीन प्रकार आहेत.

(अ) विभक्तिरूपा विनियोक्त्री

(आ) समानाभिधानरूपा विनियोक्त्री

(इ) एकपदरूपा विनियोक्त्री

(अ) विभक्तीरूप विनियोक्त्री श्रुतीनें 'व्रीहिभिर्यजेत' या ठिकाणीं विनियोग झाला आहे.

रोहिण्या पिंगलयैकहायन्या सोमं क्रिणाति (तै. सं. ७. १. ६. २).

'तांबडी पिंगट डोळ्याची आणि एक वर्षाच्या गाईनें सोम विकत घ्यावा' हें तृतीया विभक्तीनें अंगत्व आल्याचेंच उदाहरण आहे.

(आ) 'पशुना यजेत' या ठिकाणीं 'पशुना' या शब्दानें पुंस्त्व आणि एकत्व बोधलें आहे. म्हणून समाभिधान श्रुतीनें त्यांनांहि कारकांगत्व आलें आहे.

(इ) त्याचप्रमाणें 'यजेत' यांतील एकवचनाचा एकपदश्रुतीनें 'यज्' धातूवर अन्वय झाला आहे.

श्रुति लिंगापेक्षां प्रबल आहे. कारण, श्रुतीनें ज्या ठिकाणीं विनियोग असतो तेथें विनियोजक विभक्ति वगैरे प्रत्यक्ष असते. परंतु लिंगामध्यें त्या विनियोजकाची कल्पना करावी लागते. कल्पना करीतोंपर्यंत श्रुतीन विनियोगहि होऊन जातो, म्हणून लिंगापेक्षां श्रुतिप्रमाण प्रबल आहे.

उदाहरणार्थ.—'ऐन्द्र्या गार्हपत्यमुपतिष्ठते' 'इन्द्रदेवताक मन्त्रानें अग्नीला स्तवावें' असें सांगितलें आहे.

'कदाचन स्तरीरसि नेन्द्र सश्चसि दाशुषे' हे इन्द्रा, (हविर्भाग) देणाऱ्यास तूं केव्हांहि मारीत नाहींस (तर त्याच्या संरक्षणास) जातोस.'

येथें लिंगावरून इन्द्रस्तुतीकडे विनियोग करण्यापूर्वीच 'ऐन्द्र्या गार्हपत्यमुपतिष्ठते' या श्रुतीनें अग्निस्तुतीकडे विनियोग झाला.

यावरून लिंगापेक्षा श्रुति प्रबल आहे हें सिद्ध झालें.

[२] लिं ग.—शब्दसामर्थ्याला लिंग असें म्हणतात.

उदाहरणः—'बर्हिर्देवसदनं दामि' 'देवांनां आसनभूत दर्भ तोडतो.' हा मन्त्र लवनक्रियेचा अंगभूत आहे. कारण, हा मन्त्र लवनप्रकाशन करण्यास समर्थ आहे.

समाख्या आणि लिंग यांमध्यें यौगिक आणि रूढि या प्रकारचा भेद आहे. यौगिक शब्दाला समाख्या म्हणतात; आणि रूढिरूप शब्दसामर्थ्य लिंगामध्यें असतें.

हें लिंग वाक्यादिकांपेक्षां बलवान् आहे. कारण, वाक्यादिकांपेक्षां लिंगावरून श्रुतिकल्पना तत्काल शक्य असल्यामुळें आणि वाक्याला लिंग व लिंगावरून श्रुति अशा जास्त कल्पना कराव्या लागत असल्यामुळें वाक्यापेक्षां लिंग हें प्रबळ होय.

म्हणूनच ' स्योनं ते सदनं कृणोमि घृतस्य धारया सुशेवं कल्पयामि ' ' भो पुरोडाश तुझें स्थान सुखकर करितों आणि तुपाच्या धारेनें सुसेव्य करितों' तेथें प्रसन्न मनानें येऊन बस.

हा मन्त्र ' सदनं कृणोमि ' या लिंगावरून पुरोडाश ठेवण्याचें स्थान तयार करण्याकडे विनियुक्त करावयाचा. ' तस्मिन् सीद ' या वाक्यशेषावरून पुरोडाश ठेवण्याकरितां त्याचा उपयोग करावयाचा नाहीं.

[३] वा क्य.—विशेष्य विशेषणांचें जें सहोच्चारण त्यास वाक्य असें म्हणतात.

उदाहरण.–'यस्य पर्णमयी जुहूर्भवति न स पाप ९ श्लोक ९ शृणोति. '

' ज्याची पानाची जुहू असते त्याचें यश मलिन होत नाहीं.'

येथें 'पर्णमयी' हें जुहूचें विशेषण आहे आणि त्याचें सहोच्चारण आहे. त्यावरून पर्णतेला जुहूचें अंगत्व प्राप्त झालें आहे. म्हणजे जुहू पानाचीच पाहिजे असें यावरून ठरलें. वाक्य प्रकरणापेक्षां केव्हांहि बलवान् आहे. कारण प्रकरणाला आकांक्षेची जरूरी असते; परंतु वाक्याला कशाचीहि अपेक्षा नसते.

उदाहरण.—' इन्द्राग्नी इदं हविरजुषेतां महो ज्यायोऽक्राताम् '

' इन्द्राग्नी ' या लिंगावरून हा मन्त्र दर्शांग आहे. आणि त्याच वाक्यांत ' इदं हविराजुषेताम् ' हें वाक्य असल्यामुळें दर्शांत त्याचा विनियोग झाला. प्रकरणावरून दर्शपूर्णमासांग झाला नाहीं. यावरून प्रकरणापेक्षां वाक्य बलवान् आहे हें सिद्ध झालें.

[४] प्र क र ण.–परस्परांना ज्या ठिकाणीं अपेक्षा असते त्या ठिकाणीं प्रकरणावरून त्यांचा अंगांगीभाव ठरविण्यांत येतो.

उदाहरण.—' समिधो यजति ' हें वाक्य ऐकल्यावरोबर असें वाटतें कीं, ' समिद्यागानें काय करावयाचें, आणि दर्शपूर्णमाससंबंधीं वाक्य ऐकलें म्हणजे असें वाटतें ' हा दर्शपूर्णमासयाग कसा करावा.' या प्रकारें जी उभयांची आकांक्षा तीवरून त्यांचा अंगांगीभाव होतो. आणि समिद्याग दर्शपूर्णमासाचा अंग आहे असें ठरतें. हें ' प्रकरण ' केवळ क्रियेचेंच अंगत्व दाखविणारें असतें. द्रव्य किंवा गुण यांचें अंगत्व द्योतित करणारें नसतें.

प्रकरणाचे दोन प्रकार आहेत.

[१] महाप्रकरण

[२] अवान्तर प्रकरण

मुख्यभावनेसंबंधीं जें ' प्रकरण ' तें ' महाप्रकरण ' होय.

उदाहरण.—' प्रयाज ' हे दर्शपूर्णमासाचे अंग बनतात. हें महाप्रकरणावरून होय. आणि ' अभिक्रमण ' हें प्रयाजाचें अंग होतें तें अवान्तर प्रकरणावरून होय.

हें फक्त प्रकृतींतच संभवते.

प्रकृति म्हणजे ज्या ठिकाणीं समग्र अंगाचें विधान असतें ती होय.

ज्या ठिकाणीं समग्र अंगाचें विधान नसतें मूळ गोष्टी दुसरीकडून घेऊन फक्त विशेष गोष्टींचें विधान असतें त्यास विकृति असें म्हणतात.

दर्शपूर्णमास हें याचें सुंदर उदाहरण आहे. कारण त्यांत उभयकांक्षारूप प्रकरण चांगलें संभवतें.

प्रकरण हें स्थानापेक्षां प्रबळ आहे. उदाहरणः—' अक्षैर्दीव्यति राजन्यम् ' इत्यादि. ' फांसे खेळणें ' वगैरे धर्म राजसूय यज्ञांतील अंगभूत अभिषेचनीय संज्ञक यागाच्या समीप पठित आहेत. तथापि स्थानदृष्टीनें अभिषेचनीय यागाकडे त्यांचा विनियोग न करितां प्रकरणावरून राजसूयाकडेच विनियोग करावयाचा. यावरुन स्थानापेक्षां प्रकरण बलवान् आहे असें सिद्ध झालें.

[५] स्था न.–उच्चारणाच्या ठिकाणाला 'स्थान' असें म्हणतात. ' क्रम ' हेंहि एक नांव आहे. त्यांत दोन प्रकार आहेत.

[१] पाठसादेश्य

[२] अनुष्ठान सादेश्य.

पाठ सादेश्यांतहि दोन प्रकार आहेत.

[१] यथासंख्यपाठ

[२] सन्निधिपाठ

उदाहरणें.—[१] ऐन्द्राग्नमेकादशकपालं निर्वपेत् [२] वैश्वानरं द्वादशकपालं निर्वपेत् इत्यादि क्रमानें सांगितलेल्या ज्या इष्टी त्यांच्या प्रत्येकीच्या याज्या आणि अनुवाक्या [पुरस्ताल्लक्ष्मा पुरोनुवाक्या भवति उपरिष्टा ल्लक्ष्मा याज्या ।

(तै. सं. २. ६.२)

अर्थः–मंत्राच्या पूर्वभागांत देवता लिंग असल्यास त्या मंत्रास ' अनुवाक्या ' म्हणतात आणि उत्तर भागांत असल्यास ' याज्या ' म्हणतात. इन्द्राग्नी रोचनादि या क्रमानें यथासंख्यानें सांगितल्या आहेत. त्या यथासंख्यानें घ्यावयाच्या.

जीं विकृत्यंगें प्राकृत अंगांचा अनुवाद करून विहित असतात तीं सन्निधिपाठानें म्हणजे विकृतिसन्निध पठित असतात, म्हणून विकृतींचीं अंगें बनतात. याप्रमाणें पाठसादेश्यांपैकीं ' यथासंख्यपाठ ' आणि ' सन्निधिपाठ ' यांचीं उदाहरणें झालीं.

आतां अनुष्ठान सादेश्याचें उदाहरण देऊं.

' अनुष्ठानसादेश्य ' म्हणजे अनुष्ठानाचें विधान करण्याचें जें स्थल तेंच स्थल असलेला विधि. उदाहरणः—' औपवसथ्य ' [यज्ञाचा पूर्व दिवस] दिवशीं ' अग्नीषोमीय ' पशूचें

अनुष्ठान आहे. त्याच दिवशीं जीं कृत्यें सांगितलीं त्यांत पशूंचे धर्म सांगितले आहेत. हे धर्म अग्नीषोमीय पशूचेच घेतले पाहिजेत. हें 'अनुष्ठानसादेश्या'नें लब्ध होतें.

समाख्येपेक्षां स्थान प्रबळ आहे. कारण, जेथें स्थानानें विनियोग असतो त्या ठिकाणीं ज्यांचा अंगांगीभाव असतो त्या दोनहि पदार्थांचा देशसामान्य लक्षणसंबंध प्रत्यक्ष असतो. समाख्याविनियोगस्थलीं तसें नसतें. कारण, पदार्थ भिन्न स्थलीं कथित असतात.

[६] स मा ख्या.—समाख्या म्हणजे यौगिक शब्द. त्यांत दोन प्रकार आहेत.

[१] वैदिकी समाख्या

[२] लौकिकी समाख्या

'होतृचमसः' या शब्दावरून होत्यानें चमसपात्रानें सोमपान करावें लागतें. ही वैदिक समाख्या होय.

अध्वर्युकाण्डामध्यें जीं कर्में सांगितलीं आहेत त्यांस 'आध्वर्यव' अशी संज्ञा—समाख्या—आहे म्हणून तीं कर्में अध्वर्यूनें करावयाचीं असतात.

या प्रकारें अंगांगिभाव दाखविणारीं सहा प्रमाणें आहेत. त्यांनीं अंगत्व दाखविलें जातें. आणि समिदादि अंगयागांनीं उपकृत असा अंगीदर्शपूर्णमासयाग केला जातो.

अं ग.—आतां अंगाविषयीं जास्त विवेचन करूं.

अंग दोन प्रकारचें आहे.

[१] सिद्धरूप [२] क्रियारूप

सिद्धरूप अंग.—

(१) उदाहरण.—जातिविशिष्ट पशु आणि (२) संख्याविशेष हीं सिद्धरूपाचीं उदाहरणें होत. हे प्रत्यक्ष यागोपकारक असल्यानें दृष्टार्थच होत. अदृष्टार्थ नव्हेत.

[२] क्रियारूप अंग दोन प्रकारचें आहे.

[अ] गुणकर्म अथवा संनिपत्योपकारक

[आ] प्रधानकर्म अथवा आरादुपकारक

[अ] कर्मांगद्रव्याला उद्देशून सांगितलेलें जें कर्म तें गुणकर्म किंवा संनिपत्योपकारक होय.

उदाहरण.—'व्रीहीन् प्रोक्षति' 'व्रीहीन् अवहन्ति' इत्यादि वाक्यांनीं सांगितलेले अवघात, प्रोक्षण वगैरे.

गुणकर्मांचे तीन प्रकार आहेत.

[१] दृष्टार्थ

[२] अदृष्टार्थ

[३] दृष्टादृष्टार्थ

उदाहरण.—[१] तण्डुलावहनन हें भाताचे तांदुळ करण्याकरितां सांगितलें आहे. त्याशिवाय त्याचा 'पुरोडाश' किंवा 'चरु' होणें शक्य नाहीं. म्हणून, हें अवहनन दृष्टार्थ होय.

[२] प्रोक्षण हें अदृष्टार्थ आहे. कारण त्याचा प्रत्यक्ष कांहींच उपयोग नाहीं.

[३] आणि पशु—पुरोडाश हे दृष्टादृष्टार्थ होत.

कारण, पशुयागांतील किंवा पुरोडाशयागांतील देवतोद्देशानें द्रव्यत्याग अदृष्टार्थ आहे; आणि देवतास्मरण हें प्रत्यक्ष यागोपयोगी म्हणून दृष्टार्थ होय. यालाच 'आश्रयिकर्म' असें म्हणतात.

[आ] केवळ द्रव्यादिकांनां उद्देशून नसलेल्या विहित कर्माला 'आरादुपकारक' किंवा 'प्रधान कर्म' असें म्हणतात.

उदाहरण.—'समिधा यजेत' वगैरे प्रयाजयागद्रव्य किंवा यागस्वरूप या कोणालाहि आवश्यक म्हणून सांगितले नाहींत. कारण, त्यामुळें यागांत कमीजास्तपणा कांहींच दिसत नाहीं. त्यावरून तें कर्म अपूर्वाकरितां आहे असें सिद्ध होतें. या प्रकारें विनियोगविधीचें विवेचन संपलें आहे.

प्रयोगविधि.—कर्में विलम्बरहित व्हावींत म्हणून जो विधि असतो त्यास 'प्रयोगविधि' असें म्हणतात.

अंगवाक्यांशीं एकवाक्यता पावलेला तो प्रधानविधिच म्हणावयास कांहीं हरकत नाहीं.

कर्मसातत्य चालू राहण्यास म्हणजे कर्मामध्यें अविलम्ब उत्पन्न होण्यास कर्मांचा क्रम व्यवस्थित ठरावा लागतो. कोणतें कर्म पूर्वी करावयाचें आणि कोणतें कर्म नन्तर करावयाचें हा क्रम निश्चित करण्याविषयीं सहा प्रमाणें आहेत.

तीं खालीलप्रमाणें:—

[१] श्रुति म्ह. वेदवाक्यानुरूप क्रम.

[२] अर्थ म्ह. प्रयोजनानुरूप क्रम.

[३] पठन म्ह. पदार्थबोधक वाक्यानुरूप क्रम.

[४] स्थान म्ह. उपस्थित्यनुरूप क्रम.

[५] मुख्य म्ह. प्रधानकर्मानुरूप क्रम.

[६] प्रवृति म्ह. गौणांगानुरूप क्रम.

[१] श्रु ति.—क्रमपर जें वेदवाक्य असतें त्यास श्रुति असें म्हणतात.

श्रुतीचे दोन प्रकार आहेत.

[अ] केवळ क्रमपर

[आ] क्रमविशिष्टपदार्थपर

उदाहरण.—'वेदं कृत्वा वेदिं करोति' वेद म्हणजे दर्भमुष्टिविशेष. 'दर्भमुष्टिं निधाय द्विगुणं कृत्वा अग्रभागे प्रादेशानन्तरं बध्वा अग्राणि छिनत्ति स वेदः' ती करून वेदि म्हणजे आहवनीय गार्हपत्य यांचेमध्यें हविर्द्रव्य ठेवण्याकरितां चार अंगुलें उकरलेली जागा, ती करितो. हें वाक्य केवळ क्रमपर आहे. कारण, 'वेदि' करण्याचें विधान अन्य वाक्यानें प्राप्त आहे. 'वषट्कर्तुः प्रथमभक्षः' हें क्रमविशिष्ट पदार्थ सांगणारें वाक्य आहे. भक्षाचा अनुवाद करून केवळ क्रमाचें विधान करणें शक्य नाहीं. कारण समासामध्यें उद्देशविधेयभावानें जें उच्चारण केलें आहे त्याचा भंग होईल, म्हणजे वाक्यभेद होईल.

यालाच ‘ एकप्रसरताभंग ’ किंवा ‘ अविमृष्टविधेयांशाख्य ’ दोष म्हणतात.

ही श्रुति इतर प्रमाणांपेक्षां बलवान् आहे. इतरांनां श्रुति-कल्पनद्वारा प्रामाण्य आहे आणि ह्या श्रुतीला कोणच्याहि कल्पनेची जरूरी नाहीं.

उदाहरण.—ज्योतिष्टोम यज्ञांत इन्द्र वायु वगैरे देवतांचीं पात्रें ‘भाण्डीं’ सांगितलीं आहेत. त्यांत आश्विनपात्र तृतीय स्थानीं पठित आहे. म्हणून पाठक्रमानें तिसरें आलें आहे. तथापि ‘ आश्विनो दशमो गृह्यते ’ या श्रुतिवाक्यावरून तें पात्र दहावें घ्यावयाचें.

[२] अ र्थ.—ज्या ठिकाणीं प्रयोजनावरून क्रमानिर्णय केलेला असतो त्यास ‘आर्थ’क्रम असें म्हणतात.

उदाहरण.—अग्निहोत्रहोम आणि यवागुपचन.

यांपैकीं (यवागु) पातळ भात किंवा पेज शिजविणें हें प्रथम झालें पाहिजे. कारण, यवागु होमाकरितां तयार पाहिजे आहे. म्हणून कार्यदृष्टीनें ती प्रथम शिजवितात. हा क्रम पाठक्रमापेक्षां बलवान् आहे. पाठक्रम स्वीकारल्यास प्रथम होम करावा लागेल आणि नंतर यवागु शिजवावी लागेल. होमानंतर यवागु शिजविल्यास यवागूचा कांहींहि उपयोग होणार नाहीं. अदृष्ट फल आहे असेंहि मानतां येत नाहीं; कारण, दृष्ट संभवत असतांना अदृष्टाची कल्पना करावयाची नाहीं.

[३] प ठ न.—पदार्थबोधक वाक्यांचा जो क्रम त्यास पाठक्रम म्हणतात. हा पाठक्रम दोन प्रकारचा आहे.

[अ] मंत्रपाठ [आ] ब्राह्मणपाठ

उदाहरण.—अग्नि आणि अग्निषोम यांसंबंधीं ज्या ‘याज्या’ आणि ‘अनुवाक्या’ [पुरस्ताल्लक्ष्मा पुरोनुवाक्या भवति उपरिष्टाल्लक्ष्मा याज्या । (तै. सं २. ६.२).—मंत्राच्या पूर्वभागांत देवतालिंग असल्यास त्या मंत्रास ‘ अनुवाक्या ’ म्हणतात; आणि उत्तरभागांत असल्यास ‘ याज्या ’ म्हणतात] त्यांच्या क्रमावरून प्रथम अग्नि आणि नंतर ‘ अग्निषोम ’ यांसंबंधीं अनुष्ठान करितात. हें मन्त्रपाठावरून करितात.

[आ] ब्राह्मणपाठावरून जो क्रम ठरवितात त्यास ब्राह्मण-पाठक्रम असें म्हणतात.

उदाहरण.—प्रयाजापैकीं ‘ समिधो यजति ’ ‘ तनूनपातं यजति’ वगैरें कर्मे ब्राह्मणांतील क्रमावरून करावयाचीं. कारण, त्यांनां स्मारक मन्त्रपाठ नाहीं. ज्या ठिकाणीं स्मारक मंत्रभाग आहे त्या ठिकाणीं ब्राह्मणभागावरून कांहींहि करण्याची आवश्यकता नाहीं.

ब्राह्मणभाग केवळ अमुक करावें यापेक्षां जास्त कांहींच सांगत नाहीं; परंतु मन्त्र हे प्रयोगकालीं त्या त्या क्रमाचें स्मरण करून देणारे असतात. म्हणून मंत्रभाग हा अन्तरंग होय.

याविषयीं वार्तिककारांनीं सांगितलें आहे कीं.—

प्रयाजादिवाक्यान्यर्थे समर्प्य चरितार्थानि
स्वरूपसंस्पर्शे सत्यपि प्रयोज्यतां न प्रतिपद्यंते

[४] स्था न क्र म.—चवथा ‘ स्थानक्रम ’ होय. प्रकृतींतील नाना ठिकाणच्या पदार्थांचें विकृतिमध्यें अनुष्ठान कर्तव्य असतां ज्याच्या स्थलीं अनुष्ठान करावयाचें त्याचें प्रथम आणि अतिदिष्टाचें नंतर अनुष्ठान करावयाचें. हा जो क्रम, यास ‘स्थानक्रम’ असें म्हणतात.

‘ स्थान ’ म्हणजे ‘ उपस्थिति. ’ ज्याच्या ठिकाणीं अनुष्ठान, त्याचें अनुष्ठान झाल्यानंतर ज्याची ‘ उपस्थिति ’ होते त्याचें अनुष्ठान करणें हें योग्य होय.

उदाहरण.—साद्यस्क्रयागामध्यें अग्निषोमीय–सवनीय-आणि अनुवन्ध्य यांचें सवनीयामध्यें अनुष्ठान करण्याची वेळ आली असतां सवनीय पशूंचें प्रथम अनुष्ठान करावयाचें. नंतर इतर दोन पशूंचें करावयाचें. कारण तो सवनीयप्रदेश आहे, इतरांचा नव्हे.

हे तीनहि पशू ज्योतिष्टोमांतील आहेत. त्यांचे ज्योतिष्टोमांत दिवसहि वेगवेगळे आहेत. औपवसथ्य दिवशीं अग्निषोमीय पशु, सुत्याकालीं सवनीय पशु, आणि आनुबन्ध्य शेवटीं.

‘ साद्यस्क ’ हा सोमयागविशेष आहे. तो ज्योतिष्टोमाचा विकार आहे. ‘ प्रकृतिवद्विकृतिःकर्तव्या ’ या न्यायानें तीन पशुयाग साद्यस्कांत प्राप्त झाले. तेथें त्यांचे ‘ सह पशून् आलभेत् ’ असें श्रुतीनें साहित्य सांगितलें आहे. तेथें सवनीयाला प्रधानसंबंधानें मुख्यत्व आलें आहे. म्हणून त्याचें अनुष्ठान करून इतरांचें अनुष्ठान नंतर करावयाचें. याशिवाय कोणताहि क्रम स्वीकारल्यास कांहीं अत्यन्त विप्रकृष्ट व कांहीं मुख्य कर्माशीं अत्यन्त अव्यवहित होऊं लागतील. असें होणें हें कर्मसातत्याच्या दृष्टीनें अत्यन्त अयोग्य होय.

[५] मु ख्य.—प्रधानक्रमानें जो अंगाचा क्रम घेतात त्यास मुख्यक्रम असें म्हणतात.

ज्या क्रमानें प्रधानकर्म केलें जातें त्याच क्रमानें अंगकर्मांचेंहि अनुष्ठान केल्यास प्रत्येक अंगाचें प्रधानाशीं तुल्य व्यवधान राहतें. उलट अनुष्ठान केल्यास कांहीं ठिकाणीं पूर्ण अव्यवधान आणि कांहीं ठिकाणीं अतिशय व्यवधान होईल. आणि त्यामुळें बिलकुल वेळ न जातां प्रयोग झाल्यानें कर्मांत जो सुव्यस्थितपणा उत्पन्न होतो तो नष्ट होईल. म्हणून प्रधान क्रमाप्रमाणेंच अंगक्रमहि मानला पाहिजे. तसें केल्यानें पुढील कर्मांत आरंभ कोठून करावा यासंबंधीं अनवस्थाप्रसंग टळतो.

उदाहरण.—प्रयाजशेष घृतानें प्रथम अग्निसंबंधीं हवीचें अभिधारण करावयाचें, आणि नंतर इन्द्रसंबंधीं दह्याचें अभिधारण करावयाचें. कारण, ते दोनहि क्रमानें आहेत आणि त्याच क्रमानें हवन करावयाचें.

या क्रमानें कर्म केल्यास त्यांत कांहीं व्यवधान उत्पन्न होत नाहीं. फक्त एकान्तरित कृत्य होतें. तें जास्त व्यवधानांपेक्षां सह्य होय.

वरील म्हणणें स्पष्ट होण्यास खालीलप्रमाणें क्रम मांडावा.

१ आग्नेयहवीचें अभिधारण
२ ऐन्द्रहवीचें अभिधारण
३ आग्नेययाग
४ ऐन्द्रयाग

हा मुख्य क्रम होय. हा मुख्य क्रम पाठक्रमापेक्षां दुर्बल आहे. कारण मुख्य क्रम अन्य प्रमाणानें प्रधान क्रम ठरवून त्याला अनुसरून जाणारा असतो. पाठक्रमाला स्वाध्यायक्रमापेक्षां कशाचीहि जरूरी नसते.

उदाहरण.—म्हणूनच आग्नेययाग, उपांशुयाग आणि अग्निषोमीययाग हे याग जरी क्रमानें अनुष्ठान केले जातात तरी उपांशुयागसंबंधीं आज्यनिर्वाप मुख्य क्रमाप्रमाणें प्रथम न करितां पाठक्रमाप्रमाणें नंतर केला जातो. कारण, पाठक्रम मुख्य क्रमापेक्षां प्रबल आहे.

हा 'मुख्यक्रम' प्रवृत्तिक्रमापेक्षां बलवान् आहे. कारण, 'प्रवृत्तिक्रम' स्वीकारला असतां पुष्कळ अंगांनां प्रधानाशीं विप्रकृष्ट व्हावें लागतें. आणि मुख्यक्रम स्वीकारल्यास उलट सन्निकर्ष प्राप्त होतो.

[६] प्र वृ त्ति क म.—म्हणजे एकदम करण्यास सांगितलेलीं जीं प्रधानकर्में त्यांत प्राप्त झालेल्या अंगाच्या आवृत्ती. ज्या प्रसंगीं द्वितीय वगैरे पदार्थांचा क्रम, प्रथम पदार्थाच्या क्रमाला अनुसरून करावयाचा.

उदाहरण.—वाजपेय यज्ञांत 'सप्तदश प्राजापत्यान् पशून् आलभते' या तै. ब्रा. तील वाक्यानें सतरा पशूंचें आलभन सांगितलें आहे. आणि त्यांचें अनुष्ठान साहित्यानेंच झालें पाहिजे असें 'वैश्वदेवीं कृत्वा प्राजापत्यैश्चरन्ति' या वाक्यानें सांगितलें आहे.

ते सतरा पशू एक देवतेला उद्देशून असल्यामुळें त्यांचें सहानुष्ठान शक्य आहे. परंतु उपाकरणादिक ज्या अनेक क्रिया सांगितल्या आहेत त्यांचें एकाकालीं अनुष्ठान होणें अशक्य आहे. कारण,: एकाकालीं सतरा पशूंचें 'उपाकरण' शक्य नाहीं. म्हणून त्यां कर्माचें साहित्य अवव्यधानानें कर्म करून संपादन केलें पाहिजे.

याकरितां पहिल्या पदार्थाचें अनुष्ठान ज्या क्रमानें केलें त्याच क्रमानें दुसऱ्या, तिसऱ्या वगैरे पदार्थांचें अनुष्ठान केल्यास हें साहित्य होणें शक्य आहे. तसा क्रम स्वीकारल्यास कोणामध्येंहि कमीजास्त व्यवधान होणें शक्य नाहीं.

याप्रकारें क्रमासंबंधीं सहा प्रमाणांसहित प्रयोगविधीचें निरूपण संपलें आहे.

अधिकार विधि.—कर्मापासून उत्पन्न होणारें फल कोणी भोगावें हें बोधित करून देणारा जो विधि त्यास अधिकारविधि असें म्हणतात.

उदाहरण.—'यजेत स्वर्गकामः' यावरून स्वर्गकाम पुरुष यज्ञापासून उत्पन्न होणारें फल भोगणारा आहे. अर्थात् यज्ञ करण्यास अधिकारी आहे असें दिसतें.

दुसरें उदा०.—'यस्य गृहान् दहत्यग्नये क्षामवते अष्टाकपालं पुरोडाशं निर्वपेत्' ज्या आहिताग्नीच्या घराला आग लागेल त्यानें क्षामवत् अग्नीला 'अष्टाकपाल पुरोडाश' द्यावा.

यावरून गृहदाहनिमित्तक कर्म करणाऱ्याचें पापनष्टत्व रूप फलाचें अधिकारित्व यांत दाखविलें जातें.

विधिवाक्यांत जीं पुरुषविशेषणें असतील तद्युक्त असल्याशिवाय कर्माला अधिकारी होऊं शकत नाहींत.

उदाहरणार्थ.—'राजा राजसूयेन स्वाराज्यकामो यजेत' या वाक्यावरून केवळ स्वराज्य इच्छिणाऱ्या माणसानें 'राजसूय' यज्ञ करून चालणार नाहीं, तर तो राजा असावयास पाहिजे. राजा असून जो स्वराज्येच्छु असेल त्यानेंच राजसूय यज्ञ करावा असें सिद्ध झालें.

कांहीं तर पुरुषाचीं विशेषणें म्हणून अश्रुत असणारींहि पदें विशेषणत्वानें स्वीकारलीं जातात.

उदाहरणार्थ.—[१] अध्ययनप्राप्त विद्या
[२] आधानसिद्ध अग्नि
[३] सामर्थ्य

[१] अध्ययनविधिसिद्ध अशी विद्या असल्याशिवाय अर्थज्ञान असणें शक्य नाहीं. आणि अर्थज्ञान असल्याशिवाय कर्म करितां येणें शक्य नाहीं. म्हणून अध्ययनप्राप्तविद्या पाहिजे. पूर्वी वेदाचें सार्थच अध्ययन होत असे, असें अनेक पुराव्यांवरून दिसतें.

[२] आधानसिद्ध अग्नीहि पाहिजे. त्याशिवाय अग्निसाध्य कर्में होणें शक्य नाहीं. शूद्रादि लोकांनां यागादि कर्मांचा अधिकार नाहीं. कारण उपनयन ब्राह्मण, क्षत्रिय आणि वैश्य या तिघांनांच सांगितलें आहे. शूद्रादिकांनां सांगितलें नाहीं.

उपनीताशिवाय वेदाध्ययन करावयाचें नाहीं. आणि वेदाध्ययनाशिवाय यज्ञाधिकार नाहीं.

तसेंच [वसन्ते ब्राह्मणोऽग्नीनादधीत ग्रीष्मे राजन्यः शरदि वैश्यः। तै. ब्रा. १. १. २.] अग्न्याधानहि ब्राह्मण, क्षत्रिय, आणि वैश्य यांशिवाय कोणास करितां येत नाहीं.

अर्थात् उपनयन, अध्ययन व अग्न्याधान यांपैकीं कांहींहि नसल्यामुळें शूद्रांनां यागादिकाचा अधिकार नाहीं.

याचे उलट वेदामध्यें 'वर्षासु रथकारोग्नीनादधीत' 'वर्षा ऋतूंत रथकारानें अग्न्याधान करावें.' रथकार याची जाति पुढील कोष्टकावरून स्पष्ट होईल.

पति	पत्नी	संतति [जात]
राजा (क्षत्रिय)	वैश्यकुमारी	माहिष्य
वैश्यपति	शूद्री	करिणी
माहिष्यपुत्र	करिणी कन्या	रथकार

या रथकारानें आधान करावें असें जरी श्रुतीनें सांगितलें आहे, तथापि श्रुतिवाक्य म्हणून जरी आधानाचा अधिकार प्राप्त झाला तथापि आधानोत्तर कर्माविषयीं त्याला अधिकार नाहीं. कारण, अध्ययनविधिसिद्ध ज्ञानाचा त्याच्या जवळ अभाव आहे. केवळ श्रुतिविहित कर्मापुरताच फक्त आधार आहे असें सिद्ध होतें.

आतां स्त्रियांनां अधिकार आहे कीं नाहीं याहि प्रश्नाचा येथेंच विचार केला पाहिजे. 'यजेत स्वर्गकामः' इत्यादि ठिकाणीं 'स्वर्गकामः' हें पद जरी पुल्लिंगी आहे तथापि क्रियेचें उद्देश्य दाखविणें यापेक्षां त्याचा हेतु नाहीं. लिंगाचाहि त्यावर अन्वय होतो; म्हणून तें लिंग अविवक्षित आहे. ही गोष्ट ग्रहैकत्वाधिकरणामध्यें शबरस्वामींनें चांगल्या प्रकारें सिद्ध केली आहे (३. १. ७).

यावरून 'स्वर्गकाम' वगैरे ठिकाणचें पुंस्त्व अविवक्षित ठरलें म्हणजे स्त्रियांनां यज्ञादि क्रिया करण्याचा सहजच अधिकार आहे असें सिद्ध होतें. सध्यां कलियुगांत स्त्रियांनां अध्ययनाचा निषेध आहे. म्हणून त्यांना अधिकार नाहीं ही गोष्ट निराळी परंतु त्यावरून त्यांनां अजिबात अधिकार नाहीं असें म्हणतां येत नाहीं.

'न स्त्री स्वातंत्र्यमर्हति' या स्मृतिवचनावरूनहि स्त्रियांनां स्वातंत्र्यानें अधिकार नाहीं असेंच दिसतें. अजिबात अधिकार नाहीं असें दिसत नाहीं.

दुसरी मुख्य अडचण ही आहे कीं केवळ स्त्री किंवा पुरुष यांचे योगानें यज्ञ साग्र होणें शक्य नाहीं.

यजमानानें यज्ञ आरंभल्यास त्या यज्ञांत विहित असलेलें पत्नीकर्तृक आज्यावेक्षण व पत्नीकर्तृक यज्ञांत पतिकर्तृक आज्यावेक्षण लुप्त होण्याचा प्रसंग येईल.

पतिपत्नींनां सहाधिकार आहे असें ठरविल्यानें वरील अडचण न येतां पति अध्ययन केलेला असल्यानें पत्नीविषयीं अज्ञानाची अडचणहि रहात नाहीं.

'पाणिग्रहणात्तु सहत्वं कर्मसु तथा पुण्यफलेषु' इत्यादि वचनेंहि त्याच दृष्टीनें स्त्रियांनां अधिकार आहे असें प्रतिपादन करितात.

[३]अध्ययनानें प्राप्त झालेलें ज्ञान आणि आधानसिद्ध अग्नि ज्याप्रमाणें पाहिजे, त्याचप्रमाणें सामर्थ्यहि अवश्य पाहिजे. सामर्थ्याशिवाय साग्र विधि होणें शक्य नाहीं आणि साग्र विधि झाल्याशिवाय फल मिळणें शक्य नाहीं.

त्यामध्यें इतकाच भेद असतो कीं काम्यकर्मामध्यें अंग आणि प्रधान या दोनहि कर्माविषयीं कर्मकर्ता समर्थ असावयास पाहिजे आणि नित्यकर्मांत प्रधानकर्माविषयीं समर्थ असला तरी चालतो. सामर्थ्याची अवश्यकता मानिली नाहीं तर कर्म सांग होणार नाहीं. उदाहरणार्थः—अन्धळा मनुष्य यज्ञ करूं लागल्यास त्याचे कडून आज्यावेक्षण होणें शक्य नाहीं. लंगड्या माणसाचे हातून 'पर्यग्निकरण' होणें शक्य नाहीं. म्हणून यजमान अन्धळा, लंगडा असतां उपयोगी नाहीं.

यज्ञविहित त्या त्या क्रिया करण्यास जी पात्रता असते तिलाच सामर्थ्य असें म्हणतात. यज्ञकर्म परिपूर्ण होण्यास त्याचीहि अत्यन्त अवश्यकता असते.

या प्रकारें अधिकारविधीसंबंधीं माहिती आहे.

येथें चारहि विधींचें निरूपण संपलें.

कर्मस्मरणास मन्त्राची जरूरी.—मंत्र म्हणजे प्रयोगसमकालीन गोष्टींचें स्मरण करून देणारा वेदभाग होय. मन्त्रांचें उच्चारण अदृष्ट फल उत्पन्न होण्याकरितां करावयाचें नसून केवळ स्मरणाकरितांच आहे. कारण, दृष्ट फल संभवत असतां अदृष्टाची कल्पना केव्हांहि करावयाची नाहीं. तथापि दृष्ट गोष्ट करण्यास मन्त्राचीच जरुरी आहे अशांतला विलकुल भाग नाहीं. कर्मस्मरणास मन्त्राची जरूरी नाहीं असें ठरल्यास मन्त्रभाग निरर्थक ठरतो. तसें होणें इष्ट नसल्यामुळें या ठिकाणीं 'मन्त्रानींच स्मरण केलें पाहिजे' या नियम विधीचा आश्रय करावा लागतो.

विधीचे तीन प्रकार.—विधीचे प्रकार तीन आहेत. (१) अपूर्वविधि, (२) नियमविधि व (३) परिसंख्याविधि. यांचीं लक्षणें खालील श्लोकांत संगृहीत केलीं आहेत.

विधिरत्यन्तमप्राप्ते नियमः पाक्षिके सति ।
तत्र चान्यत्र चप्राप्तौ परिसंख्येति गीयते ॥

अपूर्व विधि.—ज्याची ज्याकरितां अत्यन्त अप्राप्ति असते त्याचा त्याकरितां विधि सांगावयाचा यास 'अपूर्वविधि' असें म्हणतात उदाहरणार्थ, 'यजेत स्वर्गकामः' या वाक्यानें स्वर्ग मिळण्याकरितां यज्ञ करण्यास सांगणें ही अपूर्व गोष्ट सांगितली आहे. म्हणून हा 'अपूर्वविधि' होय.

नियमविधि.—एकदां अप्राप्त असलेल्या कर्माचें जें विधान त्यास 'नियमविधि' असें म्हणतात. उदाहरणार्थ, 'व्रीहीनवहन्ति' या वाक्यांत टरफल काढण्याकरितां अवहननाचें विधान नसून अवघातानेंच टरफल काढावें असा नियम सांगण्याकरितां केवळ हें विधान आहे. कारण, अवहनन या वाक्यानें जरी सांगितलें नाहीं तरीहि चरुपुरोडाश करण्याकरितां व्रीहींचें वितुषीकरण केल्याशिवाय केव्हांहि भागणार नाहीं. परंतु तें वितुषीकरण तुम्ही अवघातानें कराल किंवा दुसऱ्या कोणत्याहि प्रकारें कराल. तर तसें न करतां अवघातानेंच वितुषीकरण झालें

पाहिजे. एवढ्याकरितां हें वाक्य आहे. यालाच 'नियमविधि असें म्हणतात.

परिसंख्याविधि.—दोघांची एकदम प्राप्ति झाली असतां एकाची निवृत्ति करणारा जो विधि त्यास 'परिसंख्याविधि' म्हणतात. उदाहरणार्थ 'पञ्च [शशकः शल्यकः खंगी कूर्मो गोधाथ पञ्चमः।] पञ्चनखाः भक्ष्याः' या वाक्यानें पञ्चनख आणि पञ्चनखेतर या सर्वांचें भक्षण प्राप्त झालें असतां फक्त पञ्चनखेतर प्राण्यांची निवृत्ति केली आहे.

येथें केवळ भक्षणाचें विधान करण्याची कांहीं जरुरी नाहीं. कारण, तें प्राण्यास स्वाभाविक आहे.

हा नियमविधीहि म्हणतां येत नाहीं. कारण, नियमविधि हा एकदां प्राप्ति आणि एकदां अप्राप्ति असतांनाच प्रवृत्त होत असतो. परंतु येथें तसें कांहीं नाहीं. पञ्चनख आणि अपञ्चनख या दोहोंचीहि येथें प्राप्तीच आहे. म्हणून हा नियमविधि नसून परिसंख्याविधि होय.

परिसंख्याविधीचे दोन प्रकार.—परिसंख्याविधि दोन प्रकारचा आहे. एक श्रौती परिसंख्या व दुसरा लाक्षणिकी परिसंख्या.

इतरव्यावृत्तिपर पद ज्या ठिकाणीं घातलेलें असतें त्यास श्रौति परिसंख्या असें म्हणतात.उदाहरणार्थ, 'अत्र ह्येवावयन्ति'।-'प्रकृत यागांत हे (च) गातात.' म्हणजे 'एव'या पदानें पवमानव्यतिरिक्त सर्व स्तोत्रांची निवृत्ति केली आहे.

लाक्षाणिकी परिसंख्येचें 'पञ्च पञ्चनखा भक्ष्याः' हें उदाहरण आहे. कारण, इतरांचें निवृत्तिवाचक पद तेथें नाहीं.

लाक्षणिकी परिसंख्येंतील तीन दोष.— उपर्युक्त कारणांमुळें या परिसंख्येवर नेहेमीं तीन दोषांचा आरोप करण्यांत येतो. हे दोष म्हणजे (१) श्रुतहानि, (२) अश्रुतकल्पना व (३) प्राप्तबाध हे होत. हे दोष उघड आहेत. कारण, मांसाशन हें रागतः प्राप्त असल्यामुळें 'पञ्च पञ्चनखा भक्ष्याः' ह्या म्हणण्यांत कांहीं तात्पर्य नाहीं. याला 'श्रुतहानि' हा अन्वर्थ शब्द लावला आहे. परंतु यावरूनच तद्व्यतिरिक्त अभक्ष्य असें ठरल्यामुळें याला अश्रुतकल्पना असें म्हणतात. सर्व पशूंची प्राप्ति झाली असतां पांच पशूंची भक्ष्यता सांगितली म्हणून प्राप्तबाध झाला. हे तीन दोष येतात ते टाळतां येतील तोंपर्यंत टाळण्याचा प्रयत्न करावयाचा.

नामधेय.—नामधेयांनांहि विशेष अर्थ असतो. परंतु तो केवळ विधीनें सांगितलेल्या विधानास फक्त एक तऱ्हेचें नियमन करणें यापेक्षां जास्त नसतो. उदाहरणार्थ, 'उद्भिदा यजेत पशुकामः' या ठिकाणीं 'उद्भिद्' हें याग—नामधेय आहे व त्यानें इतर यागांहून या यागाचा भेद व्यक्त होतो. ह्याच 'उद्भिद्' शब्दाचा या ठिकाणीं अर्थ आहे. हीच विचारसरणी 'तदधीनत्वाद्यागविशेष सिद्धेः' या ठिकाणीं दाखविली आहे.

नामधेयत्व येण्याचीं चार कारणें.—हें नामधेयत्व चार कारणांनीं येतें. (१) मत्वर्थ लक्षणेचें भय, (२) वाक्यभेदाचें भय, (३) तत्प्रख्यशास्त्र व (४) तद्व्यपदेश हीं तीं चार कारणें होत.

मत्वर्थलक्षणेचें भय.—मत्वर्थलक्षणेच्या भीतीनें यज्ञाचें नांव मानणें भाग पडतें. याचें उदाहरण 'उद्भिदा यजेत पशुकामः' हें होय. या ठिकाणीं 'उद्भिद्' हें यज्ञाचें नांव न स्वीकारल्यास 'उभ्दिद्मता यागेन' अशी मत्वर्थलक्षणा करावी लागेल. ती करणें हें अर्थदृष्ट्या गौरवयुक्त आहे. गौरव स्वीकारण्यापेक्षां गौरव न घेतां अन्य जो अर्थ जुळत असेल तो घेणें हें बरें. म्हणून या ठिकाणीं 'उद्भिद्' हें यागनाम आहे असें सिद्ध होतें. ही गोष्ट 'अपि वा नामधेयं स्यात् यदुत्पत्तावपूर्वविधायकत्वात्' (जै. सू. १. ४. २) या सूत्रानें जैमिनीनें प्रतिपादिली आहे.

वाक्यभेदाचें भय.—वाक्यभेद करण्याचा प्रसंग टाळण्याकरितां कांहीं ठिकाणीं नामधेय स्वीकारिलेलें असतें. उदाहरणार्थ 'चित्रया यजेत पशुकामः' याचा पशूची इच्छा असणाऱ्यानें 'चित्रा' याग करावा,' असा अर्थ आहे. 'चित्रा' हें यागाचें नांव घ्यावें कीं चित्रविचित्र आणि स्त्रीलिंग यांचें विधान करणारें हें वाक्य आहे असा येथें प्रश्न आहे. 'चित्रा' हें पद येथें गुणविधायक नाहीं. कारण, गुणविधान 'दधि मधु पयो घृतं धाना उदकं तण्डुलास्तत्संसृष्टं प्राजापत्यम्' या वाक्यानें पूर्वीच केलें आहे. म्हणून गुणविशिष्ट यागाचें विधान करणें अयोग्य आहे. शिवाय एकाच वाक्यानें फलसंबंध आणि गुणविधान सांगितल्यास वाक्याची आवृत्ति करणें भाग पडतें. ह्याच आवृत्तिरूप वाक्यभेद टाळण्याकरितां 'चित्रा' हें यागाचें नांव आहे असें ठरविणें भाग पडतें.

वाक्याच्या आवृत्तीचें स्वरूप असें होईल. 'यागेन पशुं भावयेत्' 'यागानें पशु मिळवावा.' आणि 'चित्रत्वस्त्रीत्व विशिष्ट पदार्थानें याग करावा' हा आवृत्तिस्वरूप वाक्यभेद 'चित्रा' हें नांव घेतल्यानें टाळतां येतो. म्हणून 'चित्रा' हें नांव स्वीकारलें आहे. हें जैमिनीनें 'यस्मिन्गुणोपदेशः प्रधान तोऽभिसंबंधः' (जै. सू. १. ४. ३) या सूत्रानें सांगितलें आहे.

तत्प्रख्यशास्त्र.—आतां तत्प्रख्यशास्त्रावरून यागाचें नांव घेण्याचा प्रसंग कोठें आहे तें पाहूं. 'अग्निहोत्रं जुहोति' 'आघारमाघारयति' इत्यादि तत्प्रख्यशास्त्रानें नामधेय झाल्याचीं उदाहरणें होत. 'तत्प्रख्यशास्त्र' म्हणजे त्या गुणाचें प्रख्यापकशास्त्र दुसरें विद्यमान असल्यामुळें 'अग्निहोत्रं जुहोति' 'आघारमाघारयति' इत्यादि ठिकाणीं 'अग्निहोत्र' 'आघार' वगैरें नांवेंच स्वीकारणें भाग पडतें.

'अग्नींत' हवन करावें असें अग्निरूपी गुणाचें विधान या वाक्यानें केलें असें म्हणतां येत नाहीं. कारण, 'आहवनीये जुहोति' या पूर्व वाक्यानेंच येथें अग्नीची प्राप्ति आहे. प्राप्त झालेली गोष्ट पुनः प्रतिपादणें हें विधीचें कार्य नसल्या-

मुळें ह्या ठिकाणीं ' अग्निहोत्र ' हें नांवच स्वीकारणें भाग आहे. ' अग्नौ होत्रं ' असा अर्थ करून अग्निरूपी गुणाचें ज्याप्रमाणें विधान करतां येत नाहीं, तसेंच ' अग्नये होत्रम् ' असा अर्थ करून ' अग्नि ' ही देवताहि घेतां येत नाहीं. कारण, ' अग्निर्ज्योति ज्योतिरग्निःस्वाहा ' या वाक्यानेंच ' अग्नि ' ही देवता प्राप्त आहे. म्हणून ' अग्निहोत्र ' हें येथें नांवच घेतलें पाहिजे.

हें सर्व ' तत्प्रख्यं चान्यशास्त्रम् ' (जै. सू. १. ४. ४) ह्या सूत्रानें जैमिनीनें दाखविलें आहे.

त व्य प दे श.—तव्यपदेशावरून कांहीं ठिकाणीं ' नामधेय ' ठरवावें लागतें. उदाहरणार्थ, ' श्येनेनाभिचरन्यजेत ' म्हणजे ' अभिचार करणाऱ्या माणसानें श्येन नांवाचा याग करावा. ' या ठिकाणीं ' श्येन ' हें तव्यपदेशानें यागाचें नांव आहे.

व्यपदेश म्हणजे उपमान. श्येनाची जी उपमा तीवरून या ठिकाणीं श्येन पक्षी असा अर्थ न करतां श्येनयाग असा अर्थ केल्याशिवाय अर्थवाद वाक्याचें तात्पर्य बरोबर लागू शकत नाहीं. म्हणून ' श्येन ' हें नांवच घेणें भाग आहे.

ज्या वाक्यांत श्येनाचा उपमात्वानें उल्लेख आहे तें वाक्य खालीलप्रमाणें आहेः—

'यथा वै श्येनो निपत्यादत्ते, एवमयं द्विषन्तं भ्रातृव्यं निपत्यादत्ते यमभिचरति श्येनेन'

अर्थ.—ज्या प्रमाणें श्येन पक्षी झडप मारून (कांहींहि) घेतो, तसा श्येनाभिचारी द्वेषी शत्रूला झडपतो.

येथील उपमानोपमेयभावावरून श्येन शब्दानें कर्मच घेतलें पाहिजे, असें स्पष्ट होतें. त्याशिवाय श्येन शब्दाची उपमा बिलकुल जुळत नाहीं. कारण, उपमानउपमेयभाव नेहेमीं भिन्ननिष्ठ असतो. ज्याची त्यानेंच स्तुति होत नाहीं, म्हणून येथें श्येनयाग स्वतंत्र मानून त्याची सदर अर्थवादानें स्तुति करणें व त्याला श्येन पक्ष्याची उपमा देणें ही गोष्ट अत्यंत जुळते. अतएव तद्व्यपदेशावरून येथें ' श्येन हें यज्ञाचें नांव आहे. हें ' तद्व्यपदेशं च ' (जै. १. ४. ५) या सूत्रानें जैमिनीनें दाखविलें आहे.

नामधेयाचें आणखी एक कारण.—कांहीं लोक ' उत्पत्तिशिष्टगुणबलीयस्त्व ' हेंहि एक नामधेयाचें कारण मानितात. उदाहरणार्थ ' वैश्वदेवेनयजेत ' हें वाक्य घ्या. येथें पूर्वी सांगितलेल्या चार कारणांपैकीं एकहि कारण संभवत नसल्यामुळें उपरिनिर्दिष्ट कारणानें येथें नामधेय मानावें लागतें. ' उत्पत्तिशिष्टगुणबलीयस्त्व ' म्हणजे उत्पत्तिवाक्यांत सांगितलेल्या गुणाचें प्राबल्य असणें, आणि त्यामुळें इतर कोणत्याहि गुणाचा समावेश करतां न येणें. ' वैश्वदेवेन यजेत ' या वाक्यांत ' विश्वदेवदेवतारूपी गुणाचें विधान करणें शक्य नाहीं. कारण, तें अन्य वाक्यानें विहित आहे.

खरें पाहिलें असतां तत्प्रख्यशास्त्रावरून हें नामधेय ठरतें. तत्प्रख्यशास्त्रानें ज्या ठिकाणीं नामधेय असतें त्या ठिकाणीं सांगावयाचा गुण अन्य वाक्यानें प्राप्त असतो. तसें येथें विश्वेदेवदेवतेचें विधान ' यद्विश्वेदेवाः समयजन्त तद्वैश्वदेवस्य वैश्वदेवत्वम् ' या वाक्यावरून प्राप्त आहे. म्हणून येथें तत्प्रख्यशास्त्रावरून नामधेय घेणें योग्य आहे.

परंतु ' वैश्वदेव ' यागांत आठ प्रकृत याग आहेत. त्यांपैकीं सातांत विश्वेदेव देवता प्राप्त आहे, आठव्यांत नाहीं. ती देवता ' वैश्वदेवेन यजेत ' ह्या वाक्यानें आठहि यागांचें विधान असल्यामुळें अनुवादरूपानें सांगितली आहे. म्हणून, येथें तत्प्रख्य शास्त्रानें नांव म्हणतां येत नाहीं. उलट उत्पत्तिशिष्टगुणबलीयस्त्वानेंच नांव ठरविलें पाहिजे.

यावरून या प्रकारें यज्ञांचीं नांवें विधेय अर्थाचें ज्ञान करून देऊन अन्वर्थ कशीं असतात. हें स्पष्ट सिद्ध होतें.

निषेधः—आतां क्रमप्राप्त निषेधाबद्दल विचार करूं.

येथें पहिला प्रश्न असा उत्पन्न होतो कीं, निषेधाचा आणि पुरुषार्थाचा संबंध काय ? त्याविषयीं असें सांगतां येतें कीं, अनर्थकारक कर्मांपासून मनुष्याची निवृत्ति करून इष्टप्राप्तीला येणारीं विघ्नें नाहींशीं करणें हा निषेधवाक्यांचा उपयोग आहे.

वेदवाक्यानें कथन केलेलें कर्म ऐकल्यावरोबर हें श्रेयस्कर कर्म आहे म्हणून तिकडे मनुष्याची प्रवृत्ति होते. त्याचप्रमाणें निषेधक वाक्य ऐकल्यावरोबर हें कर्म अनर्थकारक असें वाटून मनुष्याची त्या कर्मांपासून निवृत्ति होते.

नञाचा अन्वय अव्यवहित धातूवर करावयाचा कीं प्रत्ययाच्या भावनेवर.—' न भक्षयेत् ' ' न हन्तव्यः इत्यादि वाक्यांमध्यें नञाचा अन्वय अव्यवहित धातूवर करावयाचा कीं, प्रत्ययवाच्य भावनेवर करावयाचा या प्रश्नासंबंधीं विचार करतां असें दिसतें कीं, अव्यवहित धातूवरच नञाचा अन्वय करणें बरें. तसा अन्वय केला असतां ' यजेत ' याचा अर्थ ' याग करा ' हा ज्याप्रमाणें होतो, त्याप्रमाणें ' न यजेत ' याचा अर्थ ' यागाभाव करावा ' असा होऊन हें निषेधवाक्य न होतां विधिवाक्यच होईल. परंतु हें करणें कोणत्याहि दृष्टीनें अयोग्य होय. 'एकाचें विशेषण तदन्य पदार्थाचें विशेषण होऊं शकत नाहीं. ' याच न्यायानें प्रत्ययार्थभावनेचा धातु हा विशेषण बनलेला असल्यामुळें त्यावर दुसऱ्या विशेषणभूत पदाचा अन्वय करतां येत नाहीं. म्हणून ' न ' या अव्ययाचा अन्वय भावनावाचक प्रत्ययावरच करावयाचा. त्याप्रमाणें लिंगाचा अर्थ प्रवर्तना, तीवर नञाचा अन्वय केल्यास प्रवर्तनेच्या उलट निवर्तना असा अर्थ उघड होतो. हा अर्थ अत्यन्त परस्पर विरुद्ध आहे हेंच खालील श्लोकानें दाखविलें आहे.

अन्तरं यादृशं लोके ब्रह्महत्याश्वमेधयोः ।
दृश्यते तादृगेवेदं विधानप्रतिषेधयोः ॥

अर्थः—ब्रह्महत्या आणि अश्वमेध यांच्यामध्यें जितकें अंतर आहे तितकेंच विधि आणि निषेध यांमध्यें आहे.

आतां नञाचा प्रत्ययार्शी अन्वय करण्यास जर कांहीं बाधक असेल तर त्या नञाचा धातूवरहि अन्वय होतो.

पर्युदास व प्रतिषेध.—नञाचा धातूशीं किंवा प्रत्यार्शी अन्वय केला असतां त्यास काय म्हणावयाचें यासंबंधीं संज्ञा लक्षणसहित पुढें दिलेल्या श्लोकांत आहेत.

पर्युदासः स विज्ञेयो यत्र पूर्वपदेन नञ् ।
प्रतिषेधः स विज्ञेयो यत्रोत्तरपदेन नञ् ॥

उत्तरपद म्हणजे प्रत्यय. तद्भिन्न धातु हें पूर्वपद होय. नञाचा पूर्वपदाशीं अन्वय करणें यास पर्युदास म्हणावयाचें आणि उत्तरपदाशीं अन्वय केल्यास त्यास प्रतिषेध म्हणावयाचें.

धातूशीं किंवा प्रत्ययाशीं अन्वय करण्यास दोन बाधक कारणें.—सदरप्रमाणें अन्वय करण्यास बाधक उपक्रमविरोध व विकल्पप्रसक्ति हीं दोन कारणें असतात.

उपक्रमविरोध.—उपक्रमविरोधाचें उदाहरण ' तस्य व्रतं ' असा उपक्रम करून ' नेक्षेतोद्यन्तमादित्यम् ' असा निषेध सांगितला आहे तेथें पहावयास मिळतें.

स्नातकाचीं व्रतें सांगतांना 'त्यांनीं हीं व्रतें करावींत' असा उपक्रम करून 'नेक्षेतोद्यन्तमादित्यम्' असें पुढें म्हटलें आहे. येथें असा प्रश्न उपस्थित होतो कीं, ' ईक्ष् ' या धातूवर नञाचा अन्वय करावा कीं, विधीसंबंधीं प्रत्ययावर करावा.

प्रत्ययावर अन्वय करणें हें प्रत्ययार्थाच्या प्राधान्यामुळें योग्य आहे. पण त्यामुळें विध्यर्थप्रवर्तनेविरुद्ध निवर्तना असा होऊन ' तस्य व्रतम् ' या उपक्रमाच्या विरुद्ध अर्थ होईल. कारण, ' व्रत ' या शब्दानें कर्तव्य अशा अर्थाचा बोध होतो; आणि पुढें कर्तव्याचा अभाव कथन केला जातो. म्हणून येथें नञाचा अन्वय प्रत्ययावर न करतां धातूवर केला पाहिजे. म्हणजे ' ईक्षणाभाव करावा ' असा विधिरूप अर्थ होईल म्हणून ' उपक्रमविरोध ' टाळण्याकरितां नञाचा अन्वय धातूवर करणें योग्य होय.

परंतु नामाशीं किंवा धातूशीं नञाचा संबंध असतां तो निषेधार्थक केव्हांहि नसतो. तदर्थक एक श्लोक आहे.

नामधात्वर्थयोगी तु नैव नञ प्रतिषेधकः ।
वदत्यब्राह्मा धर्मावन्यमात्र विरोधिनौ ॥

विकल्पप्रसक्ति.—विकल्पप्रसक्ति होईल म्हणजे विकल्प घ्यावा लागेल. म्हणून कांहीं ठिकाणीं नञाचा अन्वय प्रकृतीवर होतो. उदाहरणार्थ ' नानुयाजेषु ये यजामहं करोति ' या वाक्यांत ' न ' चा अन्वय प्रत्ययाकडे केल्यास अनुयाजामध्यें ' ये यजामहे ' हा मन्त्र म्हणूं नये असा अर्थ होतो. निषेध प्राप्तिपूर्वक असावयास पाहिजे. प्राप्ति ' यजतिषु ये यजामहं करोति ' या वाक्यानें आहे. शास्त्रप्राप्त गोष्टीचा निषेध केल्यास वचनांत परस्पर विरोध येऊन एकवचन व्यर्थ येण्याचा प्रसंग येईल. असा विरोध आला असतां विकल्प घ्यावा लागेल. विकल्प घेण्यांत आठ दोष स्वीकारावे लागत असल्यामुळें विकल्प टाळणें हें शास्त्रदृष्ट्या बरें असतें. म्हणून या ठिकाणीं नञाचा अन्वय प्रत्ययावर न करतां अनुयाजाशीं करावा. म्हणजे ' अनुयाजव्यतिरिक्त स्थलीं ' ' ये यजामहे ' हा मन्त्र म्हणावा. असा अन्वय केल्यानें परस्पर विरोध न येतां–विकल्प स्वीकारावयास न लागतां–वाक्यार्थ करतां येतो. यावरून ' विकल्प ' घेण्याचा प्रसंग आला म्हणून नञाचा अन्वय गौणावरहि करावा लागला ही गोष्ट सिद्ध झाली. हाच पर्युदास होय.

या निषेधासंबंधीं विचार करतांना ही गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे कीं, प्रतिषेध ज्या ठिकाणीं विकल्पाला कारण असतो त्या ठिकाणीं निषेध अनर्थहेतु नसतो. कारण विधि आणि निषेध दोनहि यज्ञाकरितांच असतात. परंतु ज्या ठिकाणीं स्वभावतः प्राप्ति असते आणि शास्त्रवचनानें निषेध केलेला असतो तेथें निषिद्ध पदार्थ अनर्थहेतु असतो. उदाहरणार्थ ' न कलज्जं भक्षयेत् ' म्हणजे ' विषारी बाण लागून मेलेल्या हरणाचें मांस खाऊं नये. '

आणखी एक प्रकार.—कांहीं ठिकाणीं यापेक्षां अगदीं वेगळा प्रकार असतो. तो प्रकार उदाहरणानेंच स्पष्ट करूं. ' दीक्षितो न ददाति न जुहोति ' या वचनानें ' दीक्षा घेतलेल्या माणसानें दान देऊं नये, होम करूं नये ' असें सांगितलें आहे. परंतु ' दानहोम करावेत ' हेंहि शास्त्रानेंच सांगितलें आहे. येथें शास्त्रानें परस्परविरुद्ध विधान केलें म्हणून विकल्प होत नाहीं. कारण पुरुषार्थाकरितां दानहोम करण्यास सांगितलें आहे. आणि यज्ञाकरितां दानहोम करूं नका म्हणून सांगितलें आहे. येथें दोनहि विधानें एकविषयक नसल्यामुळें विकल्प होत नाहीं. तथापि एखादें दान वगैरे जरी दीक्षितानें केलें तरी तें दानहोमासारखें कर्म अनर्थहेतुक होत नाहीं. कारण तें कर्म आसक्तीमुळें होत नसून शास्त्रानें विहित म्हणून होत असतें. परंतु स्त्रीगमनादि जीं कर्में आसक्तीमुळें प्राप्त आहेत, आणि शास्त्रानें निषिद्ध आहेत, तीं केल्यास क्रतूस वैगुण्य प्राप्त होतें. यावरून आसक्तीमुळें शास्त्रनिषिद्ध कर्माचें अनुष्ठान केल्यास तें कर्म अनर्थहेतुक होय व निषेध हेहि पुरुषार्थसाधक आहेत हें सिद्ध झालें.

अर्थवादवाक्यें.—आतां अर्थवादासंबंधीं विचार करूं, प्राशस्त्य किंवा निन्दा या दोहोंपैकीं एकाचें प्रतिपादन करणारें जें वाक्य त्यास अर्थवादवाक्य म्हणतात.

' स्वाध्यायोऽध्येतव्यः ' या वाक्यानें सकल वेदांचें अर्थज्ञानाकरितां अध्ययन करावें असें सांगितलें आहे. त्यांतच अर्थवादवाक्येंहि येतात. त्यांचा अर्थ तर असंभाव्य असतो. परंतु तेवढ्यावरून तो वेदभाग निरर्थक आहे असें म्हणतां येत नाहीं. म्हणून विधेयभागाशीं स्तुतिरूपानें आणि त्याज्य भागाशीं निंदारूपानें अर्थवाद वाक्याला अर्थवत्व आहे असें सिद्ध होते. मूळ अर्थ सोडून स्तुतिनिन्दानुरूप अर्थ लक्षणेनें घ्यावा लागतो.

त्यांचे प्रकार.—अर्थवादवाक्याचें विधिशेष व निषेधशेष असे दोन प्रकार आहेत.

विधिशेष.—प्रथम विधिशेषाचें उदाहरण घेऊं. वायव्यं श्वेतमालभते भूतिकामः' 'म्हणजे ऐश्वर्येच्छु माणसानें वायुदेवतेला उद्देशून पांढरा पशु मारावा.' या वाक्याचा स्तुतिरूप अर्थवाद 'वायुर्वैक्षेपिष्ठा देवता' हा होय. 'वायुदेवता अतिशय वेगवती आहे' असा या वाक्याचा अर्थ आहे. म्हणून, त्या देवतेला पशु दिला असतां ती देवता तात्काल फल देईल असा अर्थ झाला.

निषेधशेष.—निषेधशेषाचें उदाहरण 'बर्हिषि रजतं न देयम्' "यज्ञांत रुपें देऊं नये' हें आहे. या निषेधाचा अवशेषभाग खालीलप्रमाणें आहे.

'सोऽरोदीयदरोदीत्तद्रुद्रस्य रुद्रत्वं यदश्रशीयत तद्रजत ९ हिरण्यमभवत्तस्माद्रजतं हिरण्यमभवत्तस्माद्रजत ९ हिरण्यमदक्षिण्यमश्रु ९ हि यो बर्हिषि ददाति पुराऽस्य संवत्सराद्गृहे रुदान्ति तस्माद्बर्हिषि रजतं न देयम्' (तै. सं. १. ५. १)

अर्थ.—'अग्नि रडला म्हणून त्याला रुद्र म्हणतात. जें नेत्रांतून पडलें तें रजतरूपी धन होय. तें अश्रुज धन जो यज्ञांत देतो त्याच्या घरांत वर्षाच्या आंत रडारड होते. म्हणून यज्ञांत रजतदान देऊं नये.

येथें रुप्याची निंदा केल्यानें अर्थवादाला अर्थवत्व आहे. अशा वाक्यांचे आलस्यादिकानें अप्रवृत्त असणाऱ्यांना प्रवृत्ति देणें हें फल असतें.

अर्थवादाचे आणखी तीन प्रकार आहेत. विरोधे गुणवादः स्यात् अनुवादोऽवधारिते। भूतार्थवादस्तद्धानादर्थवाद स्त्रिधा मतः॥

गुणवाद.—अन्य प्रमाणाचा विरोध आल्यास त्यास गुणवाद असें म्हणतात. उदाहरणार्थ, 'आदित्यो यूपः' येथें यूप आणि आदित्य एक असणें केव्हांहि शक्य नाहीं. अर्थात् यावरून इतकाच अर्थ घ्यावयाचा कीं, यूप आदित्यासारखा तेजस्वी असावा.

अनुवाद.—अन्यप्रमाणानें माहित असलेल्या गोष्टीचें प्रतिपादन करणाऱ्या वाक्यास 'अनुवाद' असें म्हणतात. उदाहरणार्थ 'अग्निर्हिमस्य भेषजम्' अग्नीचें हिमविरोधित्व जगप्रसिद्धच आहे.

भूतार्थवाद.—अन्यप्रमाणांनीं माहित नसणाऱ्या आणि विरोधहि नसलेल्या अर्थवादास 'भूतार्थवाद' असें म्हणतात. उदाहरणार्थ, 'इन्द्रो वृत्राय वज्रमुदयच्छत' 'इन्द्र वृत्रावर वज्र उगारता झाला.' ही गोष्ट अन्य प्रमाणांनीं विदित नाहीं.

या प्रकारें वेदाचें अर्थवत्व सिद्ध झालें, आणि त्याचप्रमाणें प्रयोजनवत्वहि त्यामध्यें दिसतें. येणेंप्रमाणें, विधि, मंत्र, नामधेय, निषेध आणि अर्थवाद या वेदांतील पांच प्रकारांचें विवेचन पूर्ण झालें आहे. सारांश असंगत, सदोष, असें वेदांत कांहींहि नसून एकसूत्रता सर्वत्र स्पष्ट दिसते. म्हणून सर्वांनीं वेदविहित धर्माचा विचार करावा.

वैदिककर्म ब्रह्मार्पणविधीनें करावें कीं जसें विहित आहे तसें त्यात्या देवतेला उद्देशून करावें याविषयीं आचार्यांमध्यें मतभेद आहे त्याविषयीं येथें विचार करावयास नको.

जैमिनीच्या ग्रंथाचा भाषाशास्त्राशीं संबंध.—जैमिनीच्या ग्रंथांत भाषेचें अशा रीतीनें पृथक्करण केलें आहे कीं, वाक्यांतील शब्दांचा एकमेकांशीं किंवा निरनिराळ्या विधानांचा एकमेकांशीं संबंध लक्षांत यावा. व्याकरण म्हणजे केवळ नैरुक्तांचें शास्त्र नाहीं. तर्कशास्त्राचा भाषाशास्त्राशीं निकट संबंध किती आहे, याची साक्ष जैमिनीच्या ग्रंथावरून जेवढी पटेल तेवढी दुसऱ्या कोणत्याहि ग्रंथावरून पटणार नाहीं. जैमिनीची मीमांसा ही धर्माचें स्पष्टीकरण करते परंतु धर्म याचा अर्थ पुढें व्यापक होऊन कायदा हा अर्थ त्यांत शिरला म्हणून मीमांसा हा कायदेशास्त्रावरील ग्रंथ आहे असें मात्र कोणी समजूं नये. जैमिनीला श्रौतकर्म म्हणजे तीन अग्नींवरील कर्म करण्यासाठीं वेदांचा शास्त्रशुद्ध अर्थ कसा लावावा एवढ्याशींच कर्तव्य होतें.

निरुक्त, पदपाठ, शिक्षा, प्रातिशाख्यें, व्याकरण आणि मीमांसा या भाषाशास्त्रांतर्गत शास्त्रांचें विवरण येथपर्यंत करण्यांत आलें आहे.

प्रकरण ७ वें.

विज्ञानेतिहासांत राष्ट्रश्रेय आणि कालश्रेय.

प्राचीन संस्कृतीचा विकासः—विज्ञानेतिहासांत प्रत्येक राष्ट्राच्या शास्त्रीय ज्ञानसंपत्तीची कल्पना आली पाहिजे, आणि तीप्रमाणेंच प्रत्येक कालाची कामगिरी किती झाली याच्या कल्पना आपणांस पाहिजेत. यासाठीं आपल्या ग्रंथाच्या मांडणीचें सामान्यतः स्वरूप प्रत्येक ज्ञानांगाचा मूळापासून आत्यंतिक विकासापर्यंतचा इतिहास द्यावयाचा असें जरी आहे तरी मधून मधून पद्धत्यंतर केलें पाहिजे. त्याशिवाय राष्ट्राची किंवा संस्कृतीची कामगिरी, ज्ञानाचा विकास आणि प्रत्येक कालाचें ज्ञान या तिन्ही गोष्टी वाचकांच्या डोळ्यांसमोर येणार नाहींत. एकच तत्त्व वापरून आम्ही ज्ञानाचा इतिहास लिहिला आणि त्यामुळें कोठें पुनरुक्ती झाली नाहीं, या प्रकारच्या श्रेयापेक्षां वाचकसेवेचें महत्त्व मोठें असल्यामुळें निरनिराळीं तत्त्वें वापरून हा इतिहास देत आहों. अक्षरविकास, कालमानपद्धति आणि संख्याकांच्या कल्पनांचा विकास, संगीतविकास इत्यादि अंगांमध्यें प्राचीन संस्कृतीची भर मोठी असल्यामुळें या दोन तीन अंगांचा इतिहास झाल्यानंतर प्राचीन संस्कृतीचें वैज्ञानिक स्थूल स्वरूप वाचकांस अवगत करून दिलें पाहिजे. त्या संस्कृतींतील ज्ञानापासून अर्वाचीन ज्ञानविकास कसा होत गेला याची कल्पना दिली पाहिजे. ज्योतिष, वैद्यक इत्यादि शास्त्रांच्या विकासाचें आपण वर्णन करूं लागलों म्हणजे आपणांस

आधुनिक काळावरच वरेंच लिहावें लागतें. भाषाशास्त्र देतांना जशी आपण प्राचीन हिंदुस्थानावरून १८ व्या शतकावर उडी मारली तसेंहि करतां येणार नाहीं. कांहीं शास्त्रांचा इतिहास देतांना प्राचीन आणि अर्वाचीन असे दोन्ही इतिहास दिले पाहिजेत. अशी गोष्ट असल्यामुळें, तें ज्ञान ज्या बौद्धिक परिस्थितीचें अंग होतें त्या परीस्थितीचें सामान्य स्वरूप वाचकांस अवगत पाहिजे. प्राचीनांचें ज्योतिर्ज्ञान उपेक्षा करण्याजोगें नव्हतें. तेव्हां ज्योतिर्ज्ञानाच्या इतिहासांत त्यांच्या करामतीचा परामर्श घेण्यांत येईलच. इजिप्तमधील वैद्यकहि वरेंच प्रगत झालें होतें म्हणून त्याचा परामर्श भिषग्विद्येच्या इतिहासांत घेण्यांत येईलच. तथापि इजिप्त आणि बाबिलोनिया या दोन्ही संस्कृतींचा इतर इतिहास देऊन प्राचीन राष्ट्रांच्या ज्ञानविकासाची कल्पना देणें योग्य होईल. ही माहिती आम्हांस पूर्णपणें देतां येईल किंवा आजची उपलब्ध माहिती पूर्णपणें मांडतां येईल असें समजूं नये. हिंदुस्थानांत आज प्राचीन मिसर राष्ट्राच्या आणि प्राचीन बाबिलोनियाच्या संस्कृतीचे अभ्यासक नाहींत. यामुळें पुष्कळशी माहिती दुय्यम पुस्तकांवरून घ्यावी लागली आहे.

चीनची संस्कृति फार प्राचीन आहे पण तिचें सातत्य आजपर्यंत आहे आणि यासाठीं प्राचीन संस्कृतीच्या प्रकरणांत त्या राष्ट्राच्या प्राचीन करामतसिंबंधानें उल्लेख करून सुटलों असें होणार नाहीं. पुढें चीनच्या विज्ञानेतिहासावर एक स्वतंत्र प्रकरण घ्यावें लागेल. चीनच्या वैज्ञानिक इतिहासाचा संबंध पाश्चात्य ज्ञानावर फारसा झाला नाहीं. कलांचा मात्र झाला असावा. संस्कृतीची व ज्ञानाची मशाल पश्चिम एशिया व इजिप्तमधून ईजिअन आणि मायसीनिअन संस्कृतींमार्फत ग्रीक व रोमन संस्कृतीच्या हातीं गेली, मध्यें थोडा वेळ ती मुसुलमानांच्या हातीं पडून ती मशाल पुढें अर्वाचीन यूरोपियन राष्ट्रांच्या हातांत आली, अशा तऱ्हेची अलंकारयुक्त भाषा यूरोपीय इतिहासग्रंथांत पुष्कळदां आढळून येते. या भाषेंत बरेंच तथ्य आहे.

संस्कृतिविकासाच्या पायऱ्या:–प्राचीन इजिप्तपासून अर्वाचीन यूरोपाच्या उंबरठ्यापर्यंत मार्ग ओलांडण्यासाठीं आपणांस ज्या वैज्ञानिक प्रदेशांतून प्रवास करावा लागेल त्या प्रदेशांचें नामकरण स्थूलपणानें

[१] प्राचीन मिसर देशीय लोकांचें शास्त्रीय ज्ञान
[२] बाबिलोनियन व असुर राष्ट्रांचें शास्त्रीय ज्ञान
[३] ग्रीक लोकांतील शास्त्रीय ज्ञान
[४] रोमन लोकांतील शास्त्रीय ज्ञान
[५] अज्ञान युगांतील (डार्क एजेस) शास्त्रीय ज्ञानाची स्थिति
[६] मध्य युगांतील अरबांचें शास्त्रीय ज्ञान
[७] मध्य युगांतील पाश्चात्यांचें शास्त्रीय ज्ञान

येणेंप्रमाणें करून प्रत्येक राष्ट्राचें आणि कालाचें कार्य व्यक्त करतां येईल.

वर उल्लेखिलेलें क्षेत्र प्रस्तुत विभागांत विहंगम दृष्टीनें आक्रमावयाचें आहे. प्राचीन शास्त्रांपैकीं जीं शास्त्रें उत्तरकालीनांनीं संवर्धिण्यास आधार म्हणून घेतलीं अशा शास्त्रांमध्यें, ज्योतिष, वैद्यक, गणित, भूगोलज्ञान इत्यादि मोडतील. यांपैकीं वैद्यक आणि ज्योतिष यांचें विवेचन मांडणीच्या सौकर्यार्थ त्या विषयांच्या इतिहासांत केलें आहे आणि सर्व सामान्य वैज्ञानिक विकास राष्ट्रानुक्रमानें दिला आहे. असो. आतां प्रथम मिसर देशाकडे वळूं.

प्राचीन मिसर देशीय लोकांचें शास्त्रीय ज्ञान.–कांहीं वर्षांपूर्वी दुसऱ्या रॅमेसेस (ख्रि० पू० १५ वें शतक) इतक्या अलीकडच्या काळांतील इजिप्तच्या इतिहासासंबंधीं देखील आपणांस फारच थोडी माहिती होती. बायबलांत आलेली हिब्रू लोकांच्या छळासंबंधीं हकीकत व जोसेफस विषयीं त्यांत दिलेली माहिती एवढेंच काय तें आपलें इजिप्तच्या इतिहासाबद्दल ज्ञान होतें. तेथून पुन्हां पुढें ग्रीक इतिहासकार हिरोडोटस व डायोडोरस यांनीं जेथून आपल्या इतिहासास सुरुवात केली त्या काळापावेतों आपण जवळजवळ गाढ अंधकारांतच होतों. अलेक्झांड्रियाचा इतिहासकार मॅनेथो याच्या तद्देशीय राजांच्या फाटक्या तुटक्या याद्या पूर्वीपासूनच उपलब्ध होत्या हें खरें. परंतु त्यांत कोणाचीं नांवें आहेत व कसच्या तारखा आहेत हें न समजल्यामुळें कोणीं तिकडे लक्षच दिलें नव्हतें. या विषयासंबंधीं अगदीं अनपेक्षित ठिकाणाहून नवीन माहिती उपलब्ध होईपर्यंत त्या याद्या म्हणजे फार महत्वाचीं ऐतिहासिक साधनें आहेत ही गोष्ट अर्वाचीन पंडितांच्या ध्यानीं देखील आली नाहीं.

चित्रलिपि वाचनास सुरुवात.—मिसर देशच्या पुरातन इतिहासाचें हें नवीन उत्पत्तिस्थान अत्यंत महत्त्वाचें आहे. कारण त्यामुळें आपणांस इजिप्तच्या आणखी तीन चार हजार वर्षांचा इतिहास अवगत झाला आहे. एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस ज्या इजिप्तच्या इतिहासांतील ख्रिस्तपूर्व पंधराव्या शतकापर्यंत देखील माहिती धड कोणास ठाऊक नव्हती त्या इजिप्तचा जवळ जवळ ख्रिस्तपूर्व ४५०० पावेतोंचा बराच सुसंगत इतिहास आपणांस ज्ञात झाला आहे. इजिप्तसंबंधीं इतिहासाच्या ज्ञानांत एवढी मोठी क्रांति घडवून आणण्याचें बरेंचसें श्रेय इजिप्ती चित्रलिपीच्या अभ्यासाकडे जातें. इजिप्त देशामध्यें ही चित्रलिपि कित्येक हजार वर्षें प्रचारांत असून ती उत्तम प्रकारें पूर्णावस्थेस पोंचलेली होती असें आपणांस आतां दिसून आलें आहे. तथापि पुढें रोमन काळांत तिचा उपयोग अजींच बंद होऊन लोक ती पूर्णपणें विसरून गेले. ती इतकी कीं, मध्यंतरीं दोन हजार वर्षेपर्यंत या विचित्र लिपींतील एक अक्षरहि कोणाला धडपणें वाचतां येत नव्हतें. एवढेंच काय पण ती मुळीं खरी लिपीच नसून रानटी काळांतील तद्देशीय लोकांचीं तीं कांहीं तरी उपासनाविषयक चिन्हें

आहेत अशी सर्वसामान्य समजूत होऊन बसली. परंतु एकोणिसाव्या शतकाच्या पूर्वार्धांत जेव्हां डॉ. टॉमस यंग यानें रॅासेटा येथील तीन भाषांत लिहिलेल्या शिलालेखाचा अभ्यास करून चित्रलिपीचें गूढ उकलण्याचा प्रथम प्रयत्न केला तेव्हां उपर्युक्त समजूत चुकीची आहे असें सर्वांच्या निदर्शनास आलें.

प्राचीन अवशेषांचा अभ्यासः—यंग याला कांहीं थोडक्याशाच चिन्हांचा अर्थ लागला होता पण पुढें शँपोलिअन नामक फ्रेंच माणसानें तो अभ्यास तसाच पुढें चालू ठेवून बरेच शोध लावले व इजिप्तविषयक ज्ञानाच्या आधुनिक शास्त्राचा मूळ पाया घातला. शँपोलिअननंतर त्या क्षेत्रांत लहानमोठे असे अनेक संशोधक होऊन गेले. त्यांपैकीं कोणी नवीन लेख शोधून काढले आहेत, तर कोणी इजिप्ती भाषेचा अभ्यास केला, तर कोणी त्यांची लिपि अभ्यासिली आहे. अशा रीतीनें, ख्रि. पू. पांचव्या सहस्रकाच्या मध्यांत होऊन गेलेल्या मेना नामक पहिल्या ऐतिहासिक राजापावेतों बरीचशी खात्रीलायक माहिती आपणांस आज उपलब्ध झाली आहे. आपणांस मेनानंतरच्या बहुतेक सर्व राजांचीं नांवें ठाऊक झालीं आहेत एवढेंच नव्हे तर त्यांच्या हातून ज्या काय गोष्टी घडल्या त्यांची देखील कांहीं माहिती मिळाली आहे; आणि सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट ही कीं, इजिप्ती लोकांच्या जीवनक्रमाविषयीं व त्यांतल्या त्यांत विशेषतः त्यांची उच्च संस्कृति, त्यांची विचार करण्याची पद्धति, त्यांचें शास्त्रीय ज्ञान ह्या ज्या गोष्टींसंबंधीं माहिती मिळण्याची आशा देखील कोणास कधीं वाटली नव्हती त्यांच्यासंबंधींहि बरेंचसें ज्ञान प्राचीन वाङ्मयाचा आधुनिक पद्धतीनें अर्थ लागला गेल्यामुळें आपणांस आतां झालें आहे. ह्या आदिराजांसंबंधीं माहिती मिळवूनच आधुनिक संशोधक थांबले नाहींत तर अमेलिनो डी मॉर्गन, यांच्यासारखा पुराणवस्तुशास्त्रवेत्त्यांच्या संशोधनामुळें,ज्याला तज्ज्ञ लोक आतां राजवंशपूर्वकाल ह्मणूं लागले आहेत त्या काळांतील बरेच अवशेष बाहेर आले आहेत. या काळांत नाईल खोऱ्यांतील लोक अणकुचीदार पत्थरांचीं आयुधें वापरीत असत. त्यांचीं मातीचीं भांडीं कुंभाराच्या चक्रावर घडविलीं जात नसत. ते मृतांच्या शरीरांत मसाला भरून न ठेवतां त्यांची एका विचित्र रीतीनें गठडी करून त्यांनां पुरीत असत. इजिप्तचे हे मूळचे रहिवाशी ऐतिहासिक काळांत मोडत नाहींत. कां कीं, त्यांच्या अवशेषांचा काळ आपणांस यत्किंचितहि नक्की ठरवितां येत नाहीं. तथापि राजवंशकाळांतील इजिप्ती लोकांच्या संस्कृतीची प्रथमावस्था कशी होती याची मात्र त्यांच्यावरून आपणास कल्पना करतां येण्यासारखी आहे.

इजिप्तमधील लेखनकलेची प्राचीनता.—असें समजतात कीं नवपाषाण युगांतील ह्या इजिप्ती लोकांची जायमान संस्कृति, त्या देशांत अधिक सुसंस्कृत लोकांच्या स्वाऱ्या झाल्यामुळें लयाला गेली. स्वारी करून येणारे हे लोक बहुधा पूर्वेकडून आले असावे व ते सेमेटिक वंशांतील असण्याचा संभव आहे. हे लोक आपल्याबरोबर निरनिराळ्या युद्धविषयक व शांतताकालीन कला इजिप्त देशांत घेऊन आले असावे अशी कल्पना आहे. या कलांच्या आगमनामुळें इतिहासपूर्वकालीन संस्कृति व ऐतिहासिक काळांतील संस्कृति यांच्यामधील खड्डा इजिप्त देशामध्यें अवचित भरून निघाला. ह्या खड्डा भरून काढण्यास केवळ एकच द्रव्य उपयोगी पडलें असून लेखनकलेचें ज्ञान हेंच तें द्रव्य होय. कारण बारकाईनें जर विचार केला तर असें स्पष्ट दिसून येईल कीं ज्ञानाचा हाच भाग वस्तुतः ऐतिहासिक काळाची मर्यादारेषा असतो. गारगोटींचीं हत्यारें, मातीच्या भांड्यांचे तुकडे, हाडांचीं शकलें अशा प्रकारच्या अनेक जिनसांवर, ज्याची कलेंत गणना करतां येईल असें विपुल अतिपुरातन खोदकाम सांपडतें. परंतु जोंपर्यंत या खोदीव कामावर आपणांस एकहि शब्द लिहिलेला आढळत नाहीं, जोंपर्यंत एखाद्या राजाचें किंवा लेखकाचें नांव आपणांस उपलब्ध होत नाहीं, तोंपर्यंत या खोदकामाचा अंतर्भाव इतिहासाच्या क्षेत्रांत न करतां पुराणवस्तुशास्त्रज्ञाकडेच आपण त्याला ढकलतों. ऐतिहासिक काल व इतिहासपूर्वकाल यांच्यामध्यें अशा रीतीनें फरक केल्यास इजिप्तच्या ऐतिहासिक काळास राजवंशकालापासून म्हणजे ख्रिस्तपूर्व पांचव्या सहस्रकांत आरंभ होतो असें आपणांस म्हणतां येईल. त्याच्या पूर्वी म्हणजे इतिहासपूर्वकालांत इजिप्तची संस्कृति कशी होती याचें अगोदर आपण सिंहावलोकन करूं.

परिस्फुटाक्षर अशी भाषा बोलूं लागणें, स्वतःच्या कामासाठीं अग्नीचा उपयोग करणें व राहाण्यासाठीं पद्धतशीर घरें बांधणें यासारख्या गोष्टी मनुष्यास इतिहासपूर्वकालांत फार अगोदर अवगत झाल्या होत्या. इजिप्तच्या इतिहासास ज्या काळांत सुरवात होते त्या काळीं मनुष्याची यंत्रकलेसंबंधीं ज्ञानांत बरीचशी प्रगति झाली होती. लोक घरकामास लागणाऱ्या भांड्यांचा उपयोग करूं लागले होते; कुंभार चाकाचा उपयोग करूं लागून तऱ्हेतऱ्हेचीं मातीचीं भांडीं बनवूं लागला होता; कोष्टीलोक चांगलें तलम कापड काढूं शकत होते व कुऱ्हाडी, भाले, चाकू, बाणाचीं टोंकें वगैरे ब्रॉन्झ धातूचीं हत्यारें सर्रास लोकांच्या वापरण्यांत होतीं; कुत्रें, मांजर, बैल हे मनुष्योपयोगी प्राणी लोक बाळगूं लागले होते व नंतर पुढें पूर्वेकडून घोडा आणून त्याचाहि गृहोपयोगी प्राण्यांत समावेश करण्यांत आला. इजिप्तमध्यें आज जशी लोक शेती करतात, जवळ जवळ तशीच त्या काळीं देखील होत असे व आजच्या प्रमाणेंच त्या काळीं देखील लोकांची शेती नाईल नदीच्या पुरावर अवलंबून होती.

मिसरदेशांतील प्राथमिक कलांचें ज्ञान.—पहिल्या राजवंशकालांतील मिसरी लोक राजा हा देवाचा अंश आहे

असें मानीत असत व तो मेल्यानंतर तर त्याची देवतांमध्येंच गणना होत असे. ही कल्पना मिसर देशच्या पुढील इतिहासांतहि तशीच टिकून राहिलेली दिसते. मिसर देशांत कालविषयक ज्ञानांतहि बहुधा आशियांतील लोकांच्या सहवासामुळेंच, विलक्षण प्रगति घडून आली होती. तत्कालीन मिसरदेशीय चित्रें उंच परंतु भावसूचक अशीं आहेत. उंचपणा हें मिसरच्या चित्रांचें एक लक्षणच समजलें जातें. सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे ही कीं, ऐतिहासिक कालाच्या आरंभीं मिसरदेशच्या माणसांस लेखनकला अवगत झालेली होती व त्यामुळें येथून पुढें राजांच्या कृत्यांसंबंधीं माहिती लेखनिविष्ट केलेली सांपडणें शक्य झालें. या योगानें अतिपुरातन काळांतील गोष्टींचा पौर्वापर्यकालनिर्णय स्थूल मानानें करतां येऊं लागून मिसर देशाच्या खऱ्या इतिहासास आरंभ झाला. ज्याला मिसरदेशीय पहिल्या राजवंशाचा काल म्हणतात त्याच्या पूर्वींच्या काळांतहि आधुनिक इतिहाससंशोधकाचा प्रवेश होऊं शकतो, नाहीं असें नाहीं; परंतु तो काल पूर्ण अंधकारमय असा असून संशोधकास तत्संबंधीं ज्ञान केवळ चांचपडतच करून घ्यावें लागतें. उपलब्ध असलेल्या पुराव्यावरून असें दिसतें कीं, मिसरदेशीय लोकांहून अधिक सुसंस्कृत अशा लोकांनीं पूर्वेकडील मिसर देशांत स्वारी केली व तद्देशीय संस्कृतीचा उच्छेद करून तिच्या जागीं त्यांनीं मिसर देशावर कालांतरानें आपली संस्कृति लादली. ही स्वारी केव्हां झाली असेल हें नक्की सांगतां येत नाहीं; तथापि तिचा काल ख्रि. पू. ५००० च्या अलीकडे नाहीं हें खास. असला तर तो ख्रि. पू. ५००० च्या कित्येक शतकें अगोदरच असेल. तो काल नक्की कांहीं कां असेना, ख्रिस्तपूर्व पांचव्या सहस्रकांतील मिसरदेशीय लोकांची संस्कृति पुष्कळच उच्च पदाला जाऊन पोंचली होती एवढी मात्र आपणांस आज खात्रीयुक्त माहिती झाली आहे.

मिसर देशांतील प्रचंड मनोरे.—मिसर देशांत जे कित्येक मनुष्यास थक्क करून सोडणारे असे मनोरे आहेत त्यांतील कांहीं तर अजमासें ख्रि. पू ४००० इतके जुने आहेत. या मनोऱ्यांवरून एक गोष्ट अगदीं स्पष्ट दिसते कीं इतक्या प्राचीन काळांतील मिसरी लोकांनां यंत्रकलेचें इतकें ज्ञान होतें कीं तें पाहून आजच्या विसाव्या शतकांतील माणसास देखील तोंडांत बोटच घातलें पाहिजे. कांहींच्या मतें ज्या अर्थीं ह्या प्रचंड मनोऱ्यांत मोठमोठ्या शिला घडवून घातलेल्या दृष्टीस पडतात त्या अर्थीं ते बांधणाऱ्या मनुष्यांचें ज्ञान फारच लोकोत्तर असलें पाहिजे. परंतु एकंदर परिस्थितीचा शांतपणें विचार केला असतां ही कल्पना बरोबर नाहीं असें कोणाहि विचारी माणसास आढळून येईल. सिसीलीचा डायोडोरस हा आपल्या ख्रिस्ती शतकाच्या आरंभीं लिहिलेल्या जगाच्या इतिहासांत हे मनोरे बहुधा, बांधकामाच्या माथ्यापासून जमीनी पावेतों मातीचा एक उतरता रस्ता बनवून त्यावरून शिला वर चढवून बांधले असावे. अशी कल्पना सुचवितो. त्यानें आपल्या ग्रंथांत जे कांहीं आंकडे दिले आहेत ते त्यानें ख्रिस्ती उपाध्यायांनीं सांगितलेल्या माहितीवरून घेतले असावे व या मिसरी उपाध्यायांनीं ही माहिती त्यांच्या देशांत प्रचलित असलेल्या परंपरागत दंतकथांवरून किंवा कदाचित् त्या वेळीं उपलब्ध असलेल्या कांहीं कागदपत्रांवरूनहि मिळविली असावी. डायोडोरस असें म्हणतो कीं, मिसर देशांतील सर्वांत उंच मनोरा बांधण्याकरितां एक लक्ष वीस हजार लोक वीस वर्षेंपर्यंत एकसारखे खपत होते. ही माहिती शब्दशः जरी खरी न धरली तरी तींत हे मनोरे कशा रीतीनें बांधले गेले याची कल्पना मात्र बरोबर दिली आहे. मजुरांच्या झुंडींच्या झुंडी दैवी शक्ति किंवा मोठेंसें यांत्रिक ज्ञान नसतांहि केवळ आपल्या संघटित शक्तीनेंच दोर, कप्प्या, रूळ, तरफ यांच्या साहाय्यानें उतरणीवरून या मनोऱ्यांतील मोठमोठ्या शिलाच काय पण शंक्वाकार प्रचंड स्तंभहि वर चढवून जागच्याजागीं बसवूं शकत असा भारतीय अनुभव आहेच. डायोडोरस म्हणतो त्याप्रमाणें याच लोकांनीं पुन्हां बांधणें झाल्यावर तेथील दगडमाती दुसरीकडे टाकून दिली असावी व त्यामुळें आज हे मनोरे एखाद्या भुताटकीच्या खेळाप्रमाणें पृथ्वींतूनच वर आल्यासारखे एकटेच ओसाड मैदानांत उभे असलेले दिसतात.

मिसरी लोकांचें गणितज्ञान.—मिसरी माणसाचें गणितशास्त्रांतील ज्ञानहि विशेष वाखाणण्यासारखें नव्हतें. मिसरी व्यापाऱ्यास आपल्या धंद्याच्या कामीं लागणारे सर्व प्रकारचे हिशेब करतां येत होते हें खरें; पण त्याचें ज्ञान ह्या हिशेबापलीकडे मुळींच गेलें नव्हतें व त्याच्या हे व्यापारविषयक साधे हिशेब करण्याच्या रीती देखील अतिशय द्राविडी प्राणायामाच्या होत्या. ह्या विषयासंबंधीं माहितीस आधारभूत असलेलें पपायरस ऱ्हाइंड नामक लिखाण ही एक प्राचीन मिसरी लोकांची गणिताची चोपडी असून ती हिक्सॉस राजांच्या कारकीर्दींत (अजमासें ख्रि. पू. २०००) तत्पूर्वीच्या एका पुस्तकावरून उतरवून घेतलेली एक नकल आहे. (ही चोपडी हल्लीं ब्रिटिश म्यूझियममध्यें आहे.) हिच्यामधील बराचसा भाग काल्पनिक माहितीनें भरलेला आहे; पण एर्मेन यांनीं तिची संशोधक बुद्धीनें चिकित्सा करून शेवटीं मिसरी माणसास त्याच्या व्यवहारास चांगलें पुरेसें इतकें गणितविषयक ज्ञान होतें असा आपला निर्णय दिला आहे. भाकरी देऊन मद्य घ्यावयाचें असलें म्हणजे त्या दोन्हीहि वस्तूंची धान्यांत किंमत कशी काढावयाची, शेताचें क्षेत्रफळ कसें काढावयाचें, विवक्षित आकाराच्या कोठ्यांत दिलेलें धान्य मावेल किंवा नाहीं हें कसें ठरवावयाचें, हे व असल्याच प्रकारचे दुसरे रोजच्या व्यवहारांत लागणारे हिशेब त्यांस आपल्या गणितानें करतां येत होते. तथापि त्यांनां कांहीं कांहीं हिशेब करण्यास फारच द्राविडी प्राणायाम करावा लागत होता असें दिसतें. उदाहरणार्थ, दोन आंकड्यांहून

मोठ्या संख्यांचा गुणाकार त्यांनां तोंडानें करतां येत नव्हता व मिश्र अपूर्णांकांचीहि त्यांनां नीटशी कल्पना नव्हती. कोणत्याहि वस्तूचे दहा भाग केले तर प्रत्येक भाग त्या वस्तूचा एकदशांश होतो हें त्यांनां ठाऊक होतें. त्यांनां दोन तृतीयांशाचीहि कल्पना होती, पण तीनदशांशाची मात्र त्यांस एकदम कल्पना करतां येत नव्हती. त्यांची भागाकाराची कल्पनाच मुळीं सदोष दिसते. त्यांची भागाकाराची कल्पना सर्वस्वीं गुणाकाराच्या पायावर रचलेली होती. उदाहरणार्थ, ७७ मध्यें किती ७ आहेत हें काढणारें त्यांचें जें एक उदाहरण आज उपलब्ध आहे त्यावरून असें दिसतें कीं साताची एकपट, दुप्पट, चौपट, आठपट, दर्शविणाऱ्या संख्या

—१ ७ एकापुढें एक क्रमशः लिहिण्यांत येत व पैकीं
—२ १४ कोणत्या संख्यांची बेरीज ७७ होते हें निर-
४ २८ निराळ्या बेरजा करून पाहिलें जाई. पहिल्या
—८ ५६ दुसऱ्या व चौथ्या रकमांची बेरीज ७७ होत

असल्यामुळें त्यांच्या पूर्वीं एक रेघ ओढून ७७ येण्यासाठीं साताला एक अधिक दोन अधिक आठ बरोबर अकरा या संख्येनें गुणलें पाहिजे, म्हणजे ११ सात मिळून ७७ होतात असें दर्शविलें जाई. ही रीति आपणांस फारच द्राविडी प्राणायामाची वाटते, पण हें ध्यानांत ठेविलें पाहिजे कीं, असलें उदाहरण करतांना आज आपल्या मनांत देखील जी विचारमालिका येते तीहि अगदीं उपर्युक्त मिसरी लोकांच्या रीतिसारखीच असते. फरक एवढाच कीं, लहानपणीं आपण जे तिसापावतेों पाढे घोकून ठेविलेले असतात, त्यांमुळें आपणांस मधल्या कित्येक पायऱ्या वगळतां येतात. भागाकाराच्या जर अगदीं मुळाशीं गेलें तर ती एक केवळ गुणाकाराची उलट क्रिया आहे असेंच आढळून येईल व जर कोणी पाढे शिकला नाहीं तर त्यालाहि जवळ जवळ मिसरदेशीय लोकांप्रमाणेंच भागाकार करण्याची पाळी येईल. नीट विचार केला तर पाळ्यांपलीकडील आंकड्यांचा भागाकार करण्याकरितां आपण ज्या रीतींचा अवलंब करतों, ती केवळ मिसरी माणसाच्या प्राथमिक अवस्थेंतील रीतीचीच सुधारून वाढविलेली आवृत्ति आहे असें सहज दिसून येण्यासारखें आहे.

मिसरी माणसास जरी अपूर्णांकाची स्पष्ट कल्पना नव्हती तरी तो बरींच कठिण उदाहरणें सोडवूं शकत होता यांत मात्र शंका नाहीं. उदाहरणार्थ, त्याला 'एका संख्येंत तिचा एक पंचमांश मिळविला असतां २१ होतात, तर ती संख्या कोणती ? असलें उदाहरण सोडवितां येत होतें. त्याची रीति रीच लांबलचक व त्रासदायक आहे हें खरें; तथापि ह्या उदाहरणाचें बरोबर उत्तर मिसरी माणूस काढूं शकत होता हें मात्र विसरतां कामा नये.

मिसरी शास्त्रीय ज्ञानाचा उगम.—औपपत्तिक ज्ञानांत मिसरी माणसाची मजल याच्या पलीकडे गेली नव्हती. त्याचें ज्ञान बोलून चालून व्यावहारिकच होतें. केवळ ज्ञानाकरितांच ज्ञान मिळविण्याचा विचार त्याच्या डोक्यांत कधीं आला नाहीं. तो देवाची पूजा करीत होता, ती तसें केलें नाहीं तर त्याचा वाईट परिणाम होईल अशी त्याला भीति वाटत होती म्हणून. तो मृतांच्या देहांत मसाला भरून त्यांचीं शरीरें जतन करून ठेवीत होता, तीं मृतात्म्यांनीं आपल्या मागें लागून आपणांस त्रास देऊं नये म्हणून. त्यानें कलाकौशल्याचीं कांहीं कामें केलीं तीं त्यांच्या योगानें त्याच्या नेत्रांस आल्हाद होत असे ह्मणून. त्याला सत्यापेक्षांहि ह्या गोष्टीचें महत्त्व वाटत होतें. उदाहरणार्थ, अबिडॉस येथें राजांची यादी देतांना कारागिरानें शिल्पकामांत तिच्यासाठीं जी जागा राखून ठेवलेली होती तींत तीं वसावीं म्हणून त्यानें त्या यादींत लागलीच फिरवाफिरव केली. ज्योतिषशास्त्रांत त्यानें जी कांहीं प्रगति केली ती त्या ज्ञानाचा देवतार्चनास उपयोग होता ह्मणून झाली. रोगांचा त्रास चुकविण्यासाठीं त्यानें वैद्यकीचें ज्ञान संपादन केलें. रोजचे व्यवहार करतां यावे ह्मणून तो आपल्या कामापुरतें गणित शिकला. त्यानें राजांच्या ज्या कांहीं अपुऱ्या याद्या दिल्या आहेत त्यांत इतिहासशास्त्राचें प्राथमिक स्वरूप प्रतिबिंबित झालें आहे असेंहि वाटेल तर ह्मणतां येईल. पण ह्या ज्या कांहीं थोड्या गोष्टी सांगितल्या त्याच्यापुढें मात्र त्याची प्रगति होऊं शकली नाहीं.

बाबिलोनियन व असुर राष्ट्रांचें शास्त्रीय ज्ञान.—मिसर देशांत संस्कृतीची वाढ होत असतांना इकडे आशियाखंडांत निराळेंच एक राष्ट्र किंवा वस्तुस्थितीस अधिक धरून बोलावयाचें म्हणजे भिन्नभिन्न राष्ट्रांचा एक समुदाय शास्त्रीय ज्ञानाच्या बाबतींत मिसरदेशाशीं चढाओढ करीत होता. ह्या लोकांचें वास्तव्य तैग्रिस व युफ्रेतिस नद्यांच्या खोऱ्यांत होतें. त्यांच्या देशाचा बराचसा भाग उपर्युक्त दोन नद्यांच्या मध्यें असल्यामुळें ग्रीकांनीं त्यास मेसापोटेमिया असें नांव दिलें आहे; तथापि ते लोक स्वतः बाबिलोनियन व असुरियन उर्फ असुर ह्या नांवांनीं प्रसिद्ध आहेत. ते सेमिटिक वंशांतील म्हणजे अरेमिअन, अरब, हिब्रू व फिनीशियन यांचे आप्तसंबंधी होते.

बाबिलोनची प्राचीन माहिती.—बाबिलोनियन इतिहासाच्या उत्तर काळांत बाबिलोन हें सुप्रसिद्ध शहरच बाबिलोनियन लोकांची राजधानी होती. असुर राष्ट्राची राजधानी निनेव्हे येथें होती. हिब्रू राष्ट्राच्या ऊर्जितावस्थेंत निनेव्हे येथील असुर राजांचाच सर्व पश्चिम आशियाच्या संस्कृतीवर पगडा होता. हिब्रू कागदपत्रांत ह्या राजांच्या कृत्यांचा वारंवार उल्लेख आला आहे. पुढें ख्रि. पू. ६०६ मध्यें मीडी व बाबिलोनियन लोकांनीं निनेव्हे शहराचा नाश करून तें अगदीं जमीनदोस्त करून टाकलें. बाबिलोन देखील सायरस अथवा कुरुस या इराणच्या राजाच्या हस्तगत होऊन नंतर दारिअस अथवा दर्युस याच्या अमलाखालीं आलें, पण जगप्रसिद्ध शहर म्हणून त्याची ख्याति कित्येक शतकेंपर्यंत तशीच कायम राहिली. बाबिलोन येथें घडलेली महत्त्वाची

अशी शेवटची ऐतिहासिक गोष्ट म्हणजे ख्रि. पू. ३२२ सालीं झालेला अलेक्झांडर उर्फ शिकंदर बादशहाचा मृत्यु होय.

ग्रीक इतिहासकार हिरोडोटस हा ह्या विख्यात शहरीं गेला असतां त्यानें तेथें जें जें कांहीं पाहिलें त्याची मोठी मनोरंजक हकीगत लिहून ठेविली आहे. परंतु हिरोडोटसला बाबिलोनियन भाषेचा बहुधा गंध देखील नसावा, व त्यामुळें त्या भाषेंतील प्रचंड वाङ्मयाचा त्यास परामर्श घेतां आला नाहीं. त्यानें बाबिलोनियन लोकांच्या शास्त्रीय ज्ञानासंबंधीं कांहींच माहिती लिहून ठेविली नसली, तरी त्यांच्या व्यावहारिक संस्कृतीचें त्यानें जें वर्णन दिलें आहे त्यावरून आपणांस त्याच्या शास्त्रीय ज्ञानाविषयीं कांहीं अनुमान काढतां येतें. यापेक्षां अधिक माहिती बाबिलोनियन इतिहासकार बेरोसस याच्या लेखांत जे अवशेष उपलब्ध झाले आहेत त्यांवरून मिळूं शकते. बेरोसस हा ख्रि० पू० ३६० च्या सुमारास जन्मला होता, म्हणजे तो शिकंदर बादशहाचा समकालीन होता. तथापि बेरोससच्या लेखांवरून म्हणजे उपलब्ध असलेल्या त्याच्या लेखांच्या अवशेषांवरून बऱ्याच गोष्टी स्पष्ट होत नाहींत. ते वाचून बाबिलोनच्या इतिहासाचें कांहीं अंधुक ज्ञान होतें, पण त्यांत विशेषतः त्या राष्ट्राच्या जगदुत्पत्तिविषयक कल्पनेंतील पौराणिक कथाच सविस्तर दिलेल्या सांपडतात. १९ व्या शतकांतील संशोधक बाबिलोनियन व असुरियन शहरांचे अवशेष उकरून त्यांची आश्चर्यजनक संस्कृति उजेडांत आणीपर्यंत ह्या कथांवरून काय बोध घ्यावयाचा हेंच कोणास कळलें नाहीं. सुदैवानें नवीन अवशेषांत भाजलेल्या मातीच्या विटांवर, वृत्तचितीवर व त्रिपार्श्वीवर कोरलेलीं अनेक लिखाणें सांपडलीं आहेत. एकोणिसाव्या शतकांतील पंडितांनीं जेव्हां त्यांच्या गूढ लिपीचें ज्ञान करून घेऊन एका अज्ञात भाषेंत लिहून ठेवलेल्या ह्या लेखांचा अर्थ लाविला, तेव्हां ह्या विश्वसनीय पुराव्याच्या साहाय्यानें बाबिलोनी व असुर राष्ट्रांसंबंधीं दंतकथांचें चिकित्सकबुद्धीनें परिक्षण करून त्यांचीयोग्यायोग्यता ठरविणें शक्य झालें. आतां मेसापोटेमियाची संस्कृति मिसर देशच्या तोडीची होती ही गोष्ट निर्विवाद सिद्ध झाली आहे; इतकेंच नव्हे तर ह्या बाबतींत श्रेष्ठत्वहि वास्तविक आशियांतील लोकांकडेच होतें. बाबिलोनी यांचें शास्त्रीयज्ञान मिसरदेशीयांपेक्षां थोडेंसें अधिकच होतें व त्यांची संस्कृतिहि मिसरदेशीयांहून जास्त प्राचीन होती. कालनिर्णयाच्या कामीं बाबिलोनी लिखाणें मिसरदेशीय लिखाणांहून अधिक विश्वसनीय आहेत. ख्रि० पू० ३८०० च्या सुमारास होऊन गेलेल्या अक्कड अथवा अगदेच्या सारगॉन नामक राजापावेतों बाबिलोनचा इतिहास आपणांस अवगत झाला असून त्याच्या पूर्वीहि ख्रि० पू० सहाव्या, सातव्या, किंवहुना आठव्या सहस्रकाइतक्या जुन्या काळांतील अंधुक माहिती आपणांस मिळूं शकते.

फार प्राचीन काळीं बाबिलोन हें राजधानीचें शहर नव्हतें व निनेव्हे हेंहि अस्तित्वांत आलें नव्हतें. निप्पुर, शिर्पुर्ली हीं महत्वाचीं शहरें ह्या मागाहून प्रसिद्धीस आलेल्या शहराच्या दक्षिणेस वसलेलीं होतीं. त्यांच्या जागा पोखरून जे अवशेष उपलब्ध झाले आहेत त्यांवरून ह्या देशाच्या अत्यंत प्राचीन काळच्या इतिहासावर देखील कांहीं प्रकाश पडला आहे.

सुमेरियन लोक.—ज्यास्त वादग्रस्त असलेले सन जरी सोडून दिले. तरी देखील चार हजार वर्षे अविरत अस्तित्वांत असलेल्या अशा एका संस्कृतीच्या इतिहासाचीं साधनें आज आपणांस उपलब्ध झालीं आहेत. हा काळ वस्तुतः त्याच्या दुप्पट, किंवहुना तिप्पट देखील असण्याचा संभव आहे. असें दिसतें कीं, ह्या संस्कृतींत परस्पराहून अगदीं भिन्न असलेल्या अशा कमींत कमी दोन मानववंशांचा तरी हात असावा. एकंदर पुराव्याचा असा निष्कर्ष निघतो कीं, मेसापोटेमियांत राहणारे जुन्यांत जुने संस्कृतिसंपन्न लोक सेमिटिक वंशाचे नसून दुसऱ्या कोणत्या तरी अगदींच भिन्न वंशांतील होते. पाश्चात्य पंडितांमध्यें ह्या वंशास सुमेरियन हें नांव रूढ झालें आहे. ह्या सुमेरी लोकांसंबंधीं आपणांस जी माहिती आहे ती त्यांच्या मागून आलेल्या सेमेटिक वंशांतील लोकांच्या लिखाणांवरूनच काढलेली आहे. सेमेटिक लोक कोठून आले याचा अद्याप नक्की निर्णय झाला नाहीं; तरी ते बहुधा अरबस्थानांतून आले असावे असा तर्क आहे. त्यांनीं मेसापोटेमियावर स्वारी करून तेथील सुमेरी लोकांनां पादाक्रांत केलें व त्यांनां अवगत असलेल्या उपयुक्त कलांचें ज्ञान करून घेऊन इतक्या प्राचीन काळींहि एक प्रगल्भ संस्कृति अस्तित्वांत आणली. ह्या लोकांची शास्त्रीय ज्ञानामध्यें प्रगति कसकशी होत गेली हें ठरविण्यास आपल्याजवळ आज पुरेशीं साधनें उपलब्ध नाहींत. तत्कालीन लेखकांनीं आपल्या युद्धांचीं व विजयांचीं वर्णनें देण्यांतच आपलें सर्व कसब खर्च केलें असल्यामुळें त्यांच्या संस्कृतीचीं निरनिराळीं अंगें एकत्र करून तिची सारांशरूपानें माहिती देणेंच केवळ येथें शक्य आहे. ह्या ठिकाणीं मेसापोटेमियांतील शास्त्रीय ज्ञान शिखराला पोचलें तेव्हां त्याचें काय स्वरूप होतें याचाच फक्त विचार केला जाणार आहे. ही माहिती सापेक्षदृष्ट्या उत्तरकालीन लिखाणांवरून घेतली असून ती देतांना एकंदर संस्कृतींतील कोणता भाग सुमेरियांचा, कोणता बाबिलोनीयांचा व कोणता असुरलोकांचा हें सांगण्याचा प्रयत्न केलेला नाहीं सुमेरींचा आणि द्राविडांचा संबंध हालनें जोडला आहे (३ रा विभाग).

बाबिलोनच्या शास्त्रीय ज्ञानासंबंधीं प्राचीन व अर्वाचीन पंडितांच्या कल्पना.—अर्वाचीन संशोधकांनीं प्रसिद्ध केलेल्या अस्सल पुराव्यावरून बाबिलोनच्या शास्त्रीय ज्ञानाची कल्पना करून घेतल्यावर आतां आपण ख्रि. पू. पहिल्या शतकांत होऊन गेलेल्या डायोडोरस सिक्यूलस नामक ग्रीक इतिहासकारानें ह्यासंबंधांत काय लिहून ठेविलें आहे तें पाहूं. डायोडोरसच्या ग्रंथाचें इ. स. १७०० सालीं फिलेमॉन हॉलंड नामक इसमानें जें इंग्रजींत भाषांतर केलें

त्यावरून पुढें दिलेला उतारा सारांशरूपानें मराठींत घेतला आहे.

" बाबिलोनच्या पुरोहितांचा सर्व काल तत्त्वज्ञानाचा अभ्यास करण्यांत जातो. विशेषतः फलज्योतिषांत त्यांच्यामध्यें फार नामांकित पंडित आहेत. खाल्डी लोकांची विद्या वंशपरंपरागत आहे. त्यांच्यामध्यें मुलगा आपलें ज्ञान बापापासून शिकत असल्यामुळें त्यास मत्सराची बाधा होत नाहीं. त्यास जें कांहीं शिकविलें जातें त्याच्या सत्यतेवर त्याचा पूर्ण विश्वास असतो. खाल्डी लोकांस लहानपणापासून शिक्षण मिळत असल्यामुळें व त्यांच्यावर सार्वजनिक कामाचा बोजा नसल्यामुळें पुढें ते उत्तम पंडित होतात. उलटपक्षीं ग्रीक लोकांमध्यें माणसाचा थोडासा अभ्यास होतो न होतो तोंच त्याला आपला चरितार्थ चालविण्यासाठीं अध्ययन बंद करावें लागतें. जे कांहीं थोडेसे लोक आपलें अध्ययन तसेंच पुढें चालू ठेवतात त्यांच्यामध्यें मताभिमानाचें वारें शिरतें. ते आपल्या पूर्वजांच्या ज्ञानास चिकटून न राहतां स्वार्थलोलुप होऊन कांहीं तरी नवीन नवीन मतें काढतात. व आपलें मत सिद्ध करण्यासाठीं इतर पंडितांशीं वाद करतात. या भांडणांत सत्याचा निर्णय कधींच होत नाहीं. प्रत्येकाचें मन विकल्पानें भरलेलें असतें; व सर्व जन्म गेला तरी त्यास एकहि गोष्ट निश्चयपूर्वक सांगतां येत नाहीं.

" खाल्डी लोकांच्या मतें जग हें अनाद्यनंत असून विश्वांतलि अखिल क्रिया परमेश्वराच्या इच्छामात्रेंकरून चालल्या आहेत. आकाशांत ग्रह म्हणून जे पांच तारे आहेत, त्यांच्या विशिष्ट गतींचा मनुष्यांच्या जीवनक्रमांशीं निकट संबंध आहे. त्यांतल्यात्यांत विशेषतः शनिनामक जो ग्रह आहे, त्याच्या हालचालींचा तर मनुष्याच्या आयुष्यावर विशेषच परिणाम घडत असतो. ह्या ग्रहांवरून धूमकेतूचें दर्शन, सूर्यग्रहण, चंद्रग्रहण, धरणीकंप, वारा, पाऊस व देशासंबंधीं, राजासंबंधीं किंवा खाजगी व्यक्तीसंबंधीं इष्टानिष्ट गोष्टी या सर्वांचें आम्हांस भविष्य वर्तवितां येतें असें ते म्हणतात. त्यांच्या आणखी अशाहि कल्पना आहेत कीं, ग्रहांच्या मार्गांत तीस देव किंवा तारे असून त्यांपैकीं अर्धे पृथ्वीखालीं काय चाललें आहे तें पहातात, व अर्धे पृथ्वीवर व स्वर्गांत घडणाऱ्या गोष्टींवर नजर ठेवतात. प्रत्येक दहा दिवसांनीं वरच्यांपैकीं एक देव खालीं जातो, व खालच्यांपैकीं एक वर येतो. अशा प्रकारची ही त्यांची गति असून ती तशीच पुढें सदोदित चालू राहणार आहे. ह्या ३० देवांत १२ देव मुख्य आहेत; व त्या प्रत्येकाच्या नांवाचा एक एक महिना व एक एक राशी आहे. सूर्य, चंद्र व इतर पांच ग्रह ह्या राशींतून फिरत असतात. सूर्य आपली फेरी एक वर्षांत करतो व चंद्र एक महिन्यांत करतो. इतर ग्रहांच्या परिभ्रमणाचेहि काल त्यांनीं ठरविलेले आहेत. ह्या ग्रहांवरून शिकंदर बादशहा व त्याच्या मागून झालेले ॲंटिगोनस व सेल्युकस निकेतार यांच्यासंबंधीं जें भविष्य वर्तविण्यांत आलें होतें त्याप्रमाणें पुढें सर्व गोष्टी घडून आल्या. ते इतकें बरोबर भविष्य वर्तवितात कीं, ज्यांचें भविष्य अनुभवांतीं खरें ठरतें ते आश्चर्यानें अगदीं थक्क होऊन जातात.

" सर्वांमध्यें चंद्र पृथ्वीच्या जवळ आहे (कारण तो फार लहान आहे, त्याची फेरी सर्वांच्या अगोदर संपते याचें कारण त्याची गति त्वरित आहे असें नसून ज्या वर्तुळांत तो फिरतो तें वर्तुलच लहान आहे.) त्याच्यासंबंधीं ते जें कांहीं सांगतात (तो स्वयंप्रकाशित नाहीं व पृथ्वीची छाया चंद्रावर पडली म्हणजे चंद्रग्रहण लागतें) तें सर्व ग्रीक लोकांच्या मताशीं जुळतें.

" सूर्यग्रहणासंबंधीं मात्र त्यांची निश्चित अशी कांहीं कल्पना नाहीं; व त्यांनां सूर्यग्रहण केव्हां येईल हें अगोदर नक्की सांगतां येत नाहीं. पृथ्वी ही एखाद्या नावेसारखी असून ती पोकळ आहे अशी त्यांची पृथ्वीसंबंधीं विचित्र कल्पना आहे. शिकंदर बादशाहा जेव्हां आशियांत होता तेव्हां ताऱ्यांचे वेध घेऊं लागून आम्हांस चार लक्ष सत्तर हजार वर्षें झालीं आहेत असें तें सांगत असत; पण हें विश्वसनीय दिसत नाहीं. "

याच्याच जोडीला आतां आपण अर्वाचीन कालांतील कॅनॉन रॉलिन्सन नांवाच्या विद्वानाचें मत ठेऊं. ह्याचा उतारा जार्ज गुड्स्पीड नामक दुसऱ्या एका पंडितानें आपल्या बाबिलोनी व असुर राष्ट्राचा इतिहास नामक ग्रंथांत उद्धृत केला आहे (लंडन १८७१). त्यांत रॉलिन्सन यानें पुढें दिल्याप्रमाणें विचार व्यक्त केले आहेत.

"वर्णमाला प्रथम तयार करण्याचें श्रेय बाबिलोनच्या लोकांनांच आहे; ते अंकगणितांतलि सोपे हिशोब सोडवूं शकत होते; त्यांनीं कालमापनार्थ यंत्र तयार केलें; त्यांनीं मातीसारख्या क्षुद्र द्रव्याच्या टोलेजंग इमारती बांधल्या; त्यांनीं रत्नांनां मुलामा देण्याची, भोंक पाडण्याची व त्यांवर खोदकाम करण्याची कला शोधून काढली; ते मनुष्यादि प्राण्यांचीं हुबेहुब चित्रें काढूं शकत होते; विणकामांत त्यांनीं बरेंच कौशल्य संपादन केलें होतें; त्यांनीं आकाशांतलि ताऱ्यांच्या गतींचा अभ्यास केला, व्याकरण बनविलें व कायदेकानू केले. ते कलानुक्रमाची महती जाणत होते, नव्हे जवळ जवळ त्यांनीं प्रत्येक शास्त्राचा पाया घालून पुढील पिढ्यांनां त्यांत प्रगति करणें सुलभ करून दिलें ...... ग्रीक लोकांनीं आपली शिल्पकला, आपलें खोदकाम, आपलें शास्त्रीयज्ञान, आपलें तत्त्वज्ञान, आपलें गणितशास्त्र, किंवा थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे ज्याला म्हणून बुद्धि लागते त्या सर्व गोष्टी मिसर देशापासून घेतल्या नसून ते त्या सर्व प्राच्यांपासूनच शिकले. एकंदर प्राच्यसंस्कृतीचा उगम बाबिलोन पासूनच दाखवितां येईल. बाबिलोन नसतें तर खरी संस्कृति पृथ्वीवर उदयासच आली नसती असें म्हटलें असतां त्यांत अतिशयोक्ति होणार नाहीं.

तथापि सर्वच अर्वाचीन पंडित बाबिलोनचा किंवा प्राच्य संस्कृतीचा इतका गौरव करण्यास तयार नाहींत. उदाहरणार्थ हेन्री स्मिथ विल्यम्सच घ्या. ते म्हणतात कीं, "बाबिलोनी व असुर राष्ट्रांनीं आपली सर्व बुद्धि फलज्योतिष व जादूटोणा ह्या दोन विषयांतच खर्च केलेली दिसते; परंतु फलज्योतिष व जादूटोणा यांनां कोणी आज शास्त्रीय ज्ञानांत अंतर्भूत करणार नाहीं. प्रसिद्ध ग्रीक तत्त्ववेत्ता प्लेटो यास जेव्हां प्राच्यांचें शास्त्रीय ज्ञान व तत्त्वज्ञान अवगत करून घेण्याची इच्छा झाली, तेव्हां तो इजिप्तमध्यें गेला, बाबिलोनला गेला नाहीं. यावरून सर्व शास्त्रीय ज्ञानाचा मक्ता बाबिलोननेंच घेतला होता अशी कांहीं ग्रीक लोकांची समजूत दिसून येत नाहीं. शिवाय बाबिलोनपासून जें कांहीं आपण घेतलें आहे त्याचा उगीच बडेजाव करण्यांत येतो. ग्रीकांपासून आपण सात दिवसांचा आठवडा घेतला असें सांगण्यांत येतें. पण सात ह्या संख्येंतच कांहीं जादू भरली नाहीं, साताच्या ऐवजीं दुसरी कोणतीहि संख्या असती तरी आपलें चालू शकलें असतें. शेंकडों पिढ्यांच्या अनुभवानें आतां आपणांस बाबिलोनच्या द्वादशमान पद्धतीपेक्षां मिसरदेशची दशमान पद्धतीच श्रेष्ठ आहे असें कळून चुकलें आहे. पुन्हां, बाबिलोनी लोकांनीं वर्णमाला शोधून काढली नाहीं; फार तर काय, सर्व जगाला तिची उपयुक्तता कळून आली, तरी देखील त्यांनीं तिचा स्वीकार केला नाहीं. व्याकरण, गणित व ज्योतिषशास्त्र या विषयांत देखील त्यांनीं मिसरदेशीयांच्या पुढें विशेष प्रगति केली नव्हती. त्यांची प्रौढी कायती फलज्योतिषामध्यें; पण फलज्योतिषाला आतां शास्त्र कोण म्हणेल ? बाबिलोननें पाश्चात्यांवर कांहीं परिणाम घडवून आणला असेल, तर तो त्यांच्यावर आपल्या खुळ्या समजुती लादल्या हा होय. या दृष्टीनें आपण विचार करूं लागलों म्हणजे रॉलिन्सनचेंच वाक्य अगदीं उलटें करून अशी म्हणण्याची पाळी येते कीं, बाबिलोन नसतें तर शास्त्रशुद्ध खरी संस्कृति हल्लीं आली त्याच्या वीस एक शतकें अगोदरच उदयास आली असती."

ग्रीसच्या शास्त्रीय ज्ञानाचा आरंभ.—ख्रि० पू० पांचव्या शतकांत होऊन गेलेल्या हिरोडोटस नामक ग्रीक इतिहासकारानें असें लिहून ठेविलें आहे कीं, लीडियन व मीडी लोकांमध्यें पांच वर्षेपर्यंत सतत चाललेलें युद्ध सूर्यास खग्रास ग्रहण लागून एकाएकीं दिवसाची रात्र झाल्यामुळें उभयपक्षांच्या लोकांस तें ईश्वरी क्षोभाचें चिन्ह आहे अशी भीति वाटून बंद पडलें. या ग्रहणाचें भविष्य मिलेटसचा थेल्स यानें आयोनियन लोकांपाशीं अगोदरच वर्तविलें होतें असें हिरोडोटस म्हणतो. थेल्स याची ग्रीसमधील सात पंडितांमध्यें जी गणना होऊं लागली तिला हें अचूक भविष्य अंशतः तरी कारणीभूत झालें असलें पाहिजे हें उघड आहे.

अर्वाचीन ज्योतिःशास्त्रपंडितांनीं गणित करून हें ग्रहण ख्रि० पू० ५८५ सालीं मे महिन्याच्या २५ व्या तारखेस दिसलें होतें असें ठरविलें आहे. ही तारीख अनेक दृष्टींनीं महत्त्वाची आहे. हिच्यामुळें इतिहासांतील एका प्रसंगाचा काळ निश्चित झाला आहे हें तर खरेंच; परंतु शास्त्रीय ज्ञानाच्या इतिहासाच्या दृष्टीनें विशेष महत्त्वाची गोष्ट ही कीं, अगोदर वर्तविलेल्या ग्रहणाचें लिहून ठेविलेलें असें हें पहिलेंच उदाहरण आहे. मिसरदेशच्या व बाबिलोनच्या इतिहासांत आपणांस शास्त्रीय ज्ञानासंबंधीं ज्या प्रकारचीं लिखाणें सांपडतात त्यांत येथून तेथपावेतों एकहि नांव आढळून येत नाहीं; व त्यामुळें कोणत्या शास्त्रीय ज्ञानाचा उगम कोणापासून होतो हें कळण्यास कांहींच साधन नसतें. परंतु येथपासून पुढें प्रत्येक महत्त्वाच्या कल्पनेचा तिच्या उत्पादकाशीं जरी संबंध जोडतां आला नाहीं तरी ती जगापुढें ठेवण्यास कोणता बुद्धिमान् माणूस कारणीभूत झाला हें तरी आपणांस खास सांगतां येईल. आज आपणांस ठाऊक असलेल्या कल्पनाप्रवर्तकांमध्यें अग्रपूजेचा मान ह्या मिलेटसच्या थेल्सलाच आहे. सदरहू थेल्ससंबंधीं फारच थोडी माहिती उपलब्ध आहे; व त्याच्या नांवावर जे शोध लादण्यांत येतात ते खरोखरच त्यानेंच लावले होते किंवा नाहीं हें ठरविण्यास देखील कांहीं साधन नाहीं. थेल्स याचा जन्म मिलेटस येथें झाला होता अशी जरी सर्वसाधारण समजूत आहे, तरी एका आख्यायिकेमध्यें त्याची जन्मभूमि फिनीशियांत असल्याविषयींहि म्हटलें आहे. तथापि ह्या शास्त्रज्ञाच्या अंगांत निदान अंशतः तरी आयोनियन ग्रीक रक्त खेळत होतें याविषयीं तिळमात्रहि संशय नाहीं. थेल्सच्या जन्मसमयीं म्हणजे ख्रि. पू. सातव्या शतकांत व त्यानंतरहि बराच काळपावेतों ईजियन समुद्राचा पूर्वकिनारा स्वतः ग्रीस देशाइतकाच ग्रीक वर्चस्वाखालीं होता हें विसरतां कामा नये. थेल्सच काय, पण त्याचे शिष्य अनॅक्झिमँडर व अनॅक्झिमेनस हेहि तेथेंच जन्मले होते. हिरोडोटसची देखील तीच जन्मभूमि होती. इत्यर्थ हा कीं, ग्रीसच्या शास्त्रीय ज्ञानाचा जनक ग्रीस देशांत जन्मला नसला व त्याचा सर्व जन्म ग्रीस देशाबाहेर गेला असला तरी त्याचें कांहीं आश्चर्य वाटावयास नको. थेल्सचा जन्म ज्या देशांत झाला होता त्या देशाचें बाबिलोनशीं व मिसर देशाशीं व्यापारामुळें दळण वळण होतें ही गोष्ट थेल्सच्या बुद्धीचा विकास होण्यास पुष्कळशी कारणीभूत झाली असावी. वस्तुतः प्राचीन ग्रीक लोकांची अशी परंपरागत समजूतच होती कीं, सदरहू पंडितानें मिसर देशांत प्रवास केला असून त्यानें निदान आपलें भूमितीचें प्राथमिक ज्ञान तरी त्या देशांतच मिळविलें होतें. यावरून असें दिसतें कीं, थेल्स ही पौरस्त्य व पाश्चात्त्य ज्ञानाची सांखळी जोडणारी एक व्यक्ति होती; व पूर्वेच्या कर्तृविस्मृतीच्या काळांतून पश्चिमेच्या व्यक्तिप्राधान्य काळांत प्रवेश करतांना मध्यंतरीं थेल्ससारखी एखादी अंधुक व्यक्ति असणें हें एक प्रकारें योग्यच आहे.

तथापि याचा अर्थ असा नाहीं कीं, थेल्स ही केवळ ग्रीक लोकांच्या कल्पनाशक्तीनें निर्माण केलेली व्यक्ति होती,

त्याच्या जन्ममृत्यूचे सन–ख्रि० पू० ६४०–५४६–हे देखील निदान स्थूलमानानें तरी बरोबर समजावयास हरकत नाहीं. त्याच्या नांवावर जे शोध लादण्यांत आले आहेत ते तत्कालीन ग्रीक विचाराच्या प्रगतीची अवस्था दर्शविण्यास फार उपयुक्त आहेत. थेल्स यानें ह्या प्रसिद्ध ग्रहणाचें अगोदरच भविष्य केलें होतें असा तत्कालीन लोकांचा सार्वत्रिक समज होता यांत संशय नाहीं. परंतु असलें भविष्य वर्तविण्यास अर्वाचीन ज्योतिष्यांस तत्संबंधीं जितकें नक्की ज्ञान असतें तितकें त्यास होतें किंवा नाहीं याबद्दल शंका आहे. त्यानें भविष्य वर्तविलें असलें तर तें केवळ तत्पूर्व ग्रहणांच्या नियमित चक्रांच्या माहितीवरूनच वर्तविलें असणें शक्य आहे. परंतु तसें होण्यास थेल्सच्या पूर्वी कोणीं वर्षानुवर्षे सतत ताऱ्यांचे वेध घेऊन तत्संबंधीं निरीक्षणात्मक माहिती लिहून ठेवली होती व ती थेल्स यास उपलब्ध झाली होती असें मानलें पाहिजे. असले लेख मिसर देशांत व बाबिलोनमध्यें असल्यामुळें थेल्स यानें याच लेखांच्या आधारावर आपलें भविष्य केलें होतें असें साहजिकच अनुमान निघतें. सारांश, थेल्स यानें पौरस्त्यांच्या ज्ञानाच्या साहाय्यानें जें भविष्य केलें त्यावरूनच त्याची ग्रीक ज्योतिषशास्त्राचा जनक म्हणून सर्वत्र ख्याति झाली. वस्तुतः त्याचें ज्योतिषशास्त्राचें ज्ञान बेताचेंच होतें. त्याला सूर्यमालेच्या वास्तविक स्वरूपाविषयीं किंचितहि कल्पना असेल असें दिसत नाहीं. पृथ्वी गोलाकार आहे ही साधी गोष्ट देखील त्यास ठाऊक नव्हती. तो आपल्या प्राच्य गुरूंप्रमाणेंच तिला सपाट वर्तुळाकृति समजत होता. पाणी हें वस्तुमात्राचें घटक आहे, आरंभीं सर्वत्र पाणीच पाणी होतें व त्यांतून पुढें पृथ्वी निर्माण झाली ही त्याची विश्वोत्पत्तीसंबंधीं प्रसिद्ध कल्पनाहि केवळ बाबिलोनी कल्पनेचीच सुधारून वाढविलेली आवृत्ति होती.

थेल्सचें भूमितिज्ञान.—थेल्सच्या नांवाचा भूमितिनामक ज्या दुसऱ्या शास्त्राशीं संबंध जोडण्यांत येतो, त्याचें परीक्षण करूनहि शेवटीं तो प्राच्य ज्ञानाच्या वर्चस्वाखालीं आला होता हीच गोष्ट सिद्ध होते. हिरोडोटस म्हणतो कीं मिसरदेश ही भूमितिशास्त्राची जन्मभूमि होती. त्या शास्त्राच्या नांवाप्रमाणें त्याचा उपयोग आरंभीं जमीन मोजण्याकडेच होत होता. मिसरदेशांत दर वर्षी नदीला पूर येऊन शेतांच्या मर्यादा धुवून जात असल्यामुळें जमिनी मोजण्याकरितां तेथील लोकांनां हें शास्त्र तयार करणें अवश्य झालें. आरंभींचे भूमितिपंडित म्हणजे केवळ मोजणीदार इसम होते. तथापि मिसर देशामध्यें ह्या शास्त्राची विशेष वाढ झाली नाहीं. त्रिकोणाचें क्षेत्रफळ मोजण्यास लंब हेंच खरें साधन आहे ही गोष्ट मिसरी लोकांच्या ध्यानांत नीटशी आली नाहीं.ते त्रिकोणाच्या तिन्ही बाजू मोजूनच त्यावरून आपलें गणित करीत असत. तथापि वर्तुळाचें क्षेत्रफळ मात्र ते बरेंच नक्की काढूं शकत होते; व सामान्यतः त्यांनां आपल्या रोजच्या व्यवहारास पुरेसें इतकें भूमितीचें ज्ञान होतें. थेल्सच्या नांवावर भूमितीचें जें ज्ञान आहे, त्यांतील कोणत्या गोष्टी त्यानें मिसर देशच्या लोकांपासून घेतल्या व कोणत्या गोष्टींचा स्वतः शोध लावला हें कळण्यास मार्ग नाहीं. थेल्स यानें, मग ते उसने घेऊन म्हणा किंवा स्वतः शोधून म्हणा, पुढें दिलेले भूमितींतील सिद्धांत ग्रीकांनां शिकविले असें सांगण्यांत येतें.

(१) वर्तुळाचा व्यास वर्तुळाचे बरोबर दोन भाग करतो.

(२) समद्विभुज त्रिकोणाच्या पायाजवळचे कोण एकमेकांबरोबर असतात.

(३) परस्परांस छेदणाऱ्या दोन रेषांनीं केलेले समोरासमोरचे कोन एकमेकांबरोबर असतात.

(४) अर्धवर्तुळांतील कोन काटकोन असतो.

(५) काटकोनत्रिकोणाची एक बाजू व एक लघुकोण समजला म्हणजे त्याच्या बाकीच्या बाजू निश्चित होतात.

यांपैकीं शेवटच्या सिद्धांताचा उपयोग करून थेल्सनें किनाऱ्यापासून समुद्रांतील जहाजाचें अंतर मोजण्याचा आश्चर्यकारक प्रयोग केला होता असें म्हणतात. ह्या आपल्या ज्ञानाचा उपयोग त्यानें घर, झाड किंवा मनोरा यांसारख्या उंच पदार्थांची त्यांच्या छायेवरून मोजणी करण्याकडेहि केला होता. ही उंची काढण्याची रीति अगदीं साधी असली तरी त्याच्या कल्पकतेची सूचक आहे. ही रीति अशी आहेः—एखाद्या जमिनीशीं काटकोन करून ठेवलेल्या काठीची छाया कोणत्या वेळेस तिच्या उंची इतकी पडते हें दिवसा पहावें, त्या वेळेस ज्या पदार्थाची उंची काढावयाची असेल त्याची छाया मोजावी म्हणजे तेवढीच त्याची उंची होईल. असें सांगण्यांत येतें कीं, थेल्स यानें रेखाभूमितीची कल्पना काढली. ही त्याची मिसरदेशीयांपुढें प्रगति होती. त्याचप्रमाणें ग्रहण नैसर्गिक चमत्कार आहे असें त्यानें ठरविलें. ही त्याची खाल्डी लोकांपुढें प्रगति होती. परंतु ह्या गोष्टी जर खऱ्या असल्या तर तो ज्ञानामध्यें आपल्या समकालीन लोकांच्या फारच पुढें होता असें म्हटलें पाहिजे. कारण थेल्स होऊन दोनशें वर्षे लोटल्यावरहि सिरॅक्यूजपाशीं असलेल्या निशिअसच्या सैन्यांतील ग्रीक लोकांची ग्रहण पाहून तारांबळ उडाल्याचा उल्लेख आहे.

छायायंत्र.—थेल्सनंतर होऊन गेलेल्या ॲनॅक्झिमँडर व ॲनॅक्झिमेनस यांनां छायायंत्र काढल्याचें श्रेय देण्यांत आलें आहे. परंतु वास्तविक शंकुयंत्र हें छायायंत्राचें केवळ प्राथमिकावस्थेतील स्वरूप असून त्याचा पूर्वेकडे फार प्राचीन काळापासून उपयोग केला जात असे. कदाचित् असें असणें शक्य आहे कीं, ॲनॅक्झिमँडर यानें स्वतः शंकुयंत्राची एखादी नवीन तऱ्हा शोधून काढली असेल. ॲनॅक्झिमँडर यानें भौगोलिक नकाशाची कल्पना काढली असेंहि प्रतिपादन करण्यांत आलें आहे. पण हें विधानहि तितकेंच चूक दिसतें. कारण बाबिलोनच्या लोकांनीं एका मातीच्या पाटीवर पृथ्वीचा नकाशा काढण्याचा केलेला प्रयत्न अद्याप आपणांस पहाव-

यास सांपडतो. कदाचित् असें असेल कीं, अनॅक्झिमँडर हा ग्रीक लोकांमधील पहिलाच नकाशा काढणारा माणूस होता; व म्हणून त्याला त्या कल्पनेच्या शोधाचें श्रेय देण्यांत आलें.

अनॅक्झिमँडरची पृथ्वीसंबंधीं कल्पना थेल्सच्या किंवा बाबिलोनी कल्पनेहून निराळी होती. तो पृथ्वी ही वृत्तचितीच्या आकाराची किंवा अग्रहीन शंकूसारखी असून तिच्यावरच्या भागावर मनुष्याची वस्ती आहे असें समजत असे. पृथ्वी हलतांना कां दिसत नाहीं; या प्रश्नाचें उत्तर देण्यासाठीं हें अनुमान केलेलें होतें. पुढें ह्या वृत्तचितीचें किंवा शंकूचें ॲटलास नामक राक्षसांत रूपांतर करून त्याला जो ग्रीकांनीं पृथ्वीचा आधार बनविला तो ह्या मनःकल्पित अशास्त्रीय अनुमान काढण्याच्या वृत्तीचाच परिणाम होय.

नाहीं म्हणावयास अनॅक्झिमँडरची एक उपपत्ति मात्र स्वतंत्र कल्पनेच्या सदरांत घालतां येण्यासारखी आहे. त्याला डार्विनच्या, मनुष्य हा कनिष्ठ वर्गाच्या प्राण्यांचा विकास होत होत निर्माण झाला, ह्या सेंद्रिय विकासवादाच्या कल्पनेचा आद्यजनक म्हणतां येईल. अनॅक्झिमँडरच्या कल्पनेप्रमाणें समुद्रांतील मासे हे मनुष्याचे पूर्वज होते व त्यांचा अगोदर पाण्यांत विकास होऊन ते स्वावलंबी बनल्यावर जमिनीवर आले [प्लुटार्चनें वर्णिलेला अनॅक्सिमँडर, " ८. ७३०–ग्रीसचे आद्यतत्त्ववेत्ते–आर्थर फेअरबँक]. असल्या कल्पनेस प्राच्य समजुतींत आधार असणें शक्य नाहीं हें जरी खरें आहे, तरी माशांनां मनुष्याचें पूर्वज ठरविण्यास आरंभीं सर्व पाणीच पाणी होतें व त्यांतून पुढें जगताची उत्पत्ति झाली ही बाबिलोनी कल्पना बहुधा कारणीभूत झाली असावी. "

भारतीयांस या कल्पनेचें आश्चर्य वाटण्याचें मुळींच कारण नाहीं कारण विश्वोत्पत्तीच्या या कल्पना आपणांस ऋग्वेदापासून आढळतात.

इटालींतील प्राचीन ग्रीक तत्त्ववेत्ते.--डायोजिनेझ लेअर्शिअस (हा बहुधा इसवी सनाच्या तिसऱ्या शतकांत होऊन गेला असावा) नांवाचा ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांचा चरित्रकार म्हणतो कीं, पायथॅगोरस हा लहानपणीं ऑलिंपियन खेळांत मुष्टियुद्धामध्यें नांव देण्यास आला असतां त्याचें लहान वय पाहून लोकांनीं त्याची हेटाळणी केली. पण अखेर तो मुष्टियुद्धांत विजयी होऊन पुढच्या चार वर्षांच्या ऑलिंपिअड काळास त्याचें नांव पडलें. पायथॅगोरस सारख्या तत्त्ववेत्यानें शारीरिक खेळांत नांवलौकिक मिळविला असल्यास त्याबद्दल आश्चर्य वाटावयास नको. कारण त्या काळीं ' सुदृढ शरीर तर सुदृढ मन ' अशी लोकांची सर्वसाधारण समजूत होती. परंतु आपणांस पायथॅगोरसच्या मल्लयुद्धांतील प्रवीणतेशीं कर्तव्य नसून त्याच्या ज्या कामगिरीमुळें त्यास ग्रीसमधील आद्य तत्त्ववेत्यांत अग्रपूजेचा मान मिळाला त्या कामगिरीचें पर्यालोचन करावयाचें आहे. यासाठीं आपणांस त्याच्या बरोबर ग्रीस देशाच्या वास्तविक भौगोलिक मर्यादेपलीकडे असलेल्या इटाली देशांत गेलें पाहिजे. कारण, आरंभींच्या ग्रीक पंडितांचें वास्तव्यस्थान ज्याप्रमाणें पूर्वेस ग्रीस देशाबाहेर आशियामायनरमध्यें होतें, त्याप्रमाणें नंतरचे ग्रीक पंडित पश्चिमेस इटाली देशांत होऊन गेले. पायथॅगोरसचा जन्म देखील आशिया मायनरच्या किनाऱ्यालगत असलेल्या सॅमॉस नामक बेटांतच झाला होता (खि० पू. ५८२). परंतु बहुधा पूर्ववयांतच तो देशांतर करून इटालींत क्रोटोना येथें गेला असावा. या ठिकाणीं त्यानें उतारवयापर्यंत आपलें अध्ययनअध्यापनाचें कार्य चालविलें, परंतु शेवटीं तेथील नागरिकांची त्याजवर खप्पा मर्जी होऊन त्याला म्हातारपणीं हद्दपारीची शिक्षा भोगावी लागली. याच काळांत होऊन गेलेले इटालींतील झीनॉफानेझ, पार्मेनिडिझ व एम्पेडोक्लेझ हे दुसरे तीन तत्त्ववेत्तेहि ग्रीकच होते. ग्रीस हा त्यांचा मायदेश होता व ते ग्रीक भाषा बोलत होते. इतकेंच नव्हे तर त्यांचे समकालीन लोक व पुढील पिढ्याहि त्यांनां ग्रीकच समजत होत्या. हे लोक स्वतः किंवा त्यांचे जवळचेच पूर्वज ग्रीसच्या निरनिराळ्या संस्थानांतून बाहेर पडून इटालींत वसाहत करून राहिले होते. तेथें पुढें त्यांचे परस्परांत व तद्देशीय लोकांत मोकळेपणानें लग्नव्यवहार झाले व त्यामुळेंच दोन्हीहि वंशांतील आनुवंशिक संस्कार त्यांच्या वंशजांत उतरून त्यांच्यामध्यें त्यांच्या मायदेशापेक्षां संस्कृतीची वाढ अधिक झपाट्यानें व अधिक दिशांनीं झाली असावी असें मानण्यास प्रत्यवाय दिसत नाहीं.

पायथॅगोरसबद्दल आख्यायिका.—सदरहू तत्त्ववेत्त्यांसंबंधीं आज आपणांस जी माहिती आहे ती बहुतेक दंतकथांवरूनच एकत्रित केलेली आहे. हे पुरुष खरोखर होऊन गेले होते यावद्दल वाद नाहीं. तथापि शुद्ध दंतकथांच्या स्वरूपाची असलेली बरीचशी हकीकत या पुरुषांच्या नांवावर घालण्यांत आलेली आहे. पायथॅगोरस हा या सर्वांत वडील होता, व त्याच्या कल्पनांचा बाकीच्या लोकांच्या मतांवर निःसंशय परिणाम झालाच असला पाहिजे. परंतु टीकाकारांनीं दंतकथांवरून व ह्या तत्त्ववेत्त्यांच्या लेखांचे जे कांहीं अवशेष आज उपलब्ध आहेत त्यांवरून त्यांनां निरनिराळ्या स्वतंत्र मतांचे जनक बनवून प्रत्येकाच्या नांवावर कांहीं तरी विशिष्ट कल्पना घातल्या आहेत. वस्तुस्थिति अशी दिसते कीं, एक तर त्या पुरुषांनीं आपलीं स्वतःचीं अशीं स्वतंत्र मतें बनवून त्यांचा लोकांनां उपदेशच केला नव्हता; व तशीं त्यांनीं स्वतंत्र मतें बनविलीं असलीं तरी त्यांचें वर्गीकरण करण्यास आज आपणांजवळ पुरेसें साधन उपलब्ध नाहीं. ह्या पुरुषांसंबंधीं आख्यायिका अनेक परस्पर विरोधी गोष्टी सांगतात, हें सर्वांनांच मान्य आहे. एकीकडे पायथॅगोरस हा शुद्ध शाकाहाराचा पुरस्कर्ता होता असें सांगितलें आहे तर दुसरीकडे मल्लांनां मांसाहारावर ठेऊन शिक्षण देण्याचा त्यानेंच प्रथम उपक्रम केला असें

विधान आहे. पुन्हां, एकीकडे तो फक्त निर्जीव पदार्थांचेंच अवदान देत असे असें म्हटलें आहे, तर दुसरीकडे काटकोन त्रिकोणाच्या बाजूंसंबंधीं आपल्या शोधानें हर्षभरित होऊन त्यानें शंभर बैलांचा बलि दिला असें वर्णन आहे. एकाच चरित्रामध्यें अशा प्रकारचीं विसंगत विधानें पाहिलीं म्हणजे ह्या तत्त्ववेत्त्यांसंबंधीं माहिती किती प्रकारच्या भिन्न भिन्न आख्यायिकांनीं भरली आहे तें ध्यानांत येतें. तथापि पुष्कळ माणसांचीं मतें त्यांच्या आयुष्यांत बदलत असल्यामुळें ह्या परस्परविरोधी हकीकतीहि खऱ्या असण्याचा संभव आहे हें मात्र विसरतां कामा नये.

ह्या आख्यायिका खऱ्या असोत किंवा खोट्या असोत, एवढें मात्र खास कीं ज्या माणसाला त्या अगदीं काव्यमय प्रदेशांत नेऊन सोडतात, त्या माणसाच्या अंगीं कांहीं तरी अलौकिक गुण असले पाहिजेत. "ज्या माणसावर आख्यायिका काव्यमय व अलौकिक गुणांचा अरोप करतात तो आपल्या काल्पनिक वैभवाचा मुकुट धारण करण्यास सर्वथैव असमर्थ असेल असें म्हणवत नाहीं." अर्थात् पायथॅगोरस, पार्मेनिडेझ व एम्पेडोक्लेझ हे असाधारण पुरुष होते यांत तिळमात्रहि संशय नाहीं. त्यांपैकीं कोणीं काय मतें प्रतिपादन केलीं हें मात्र आपणांस आज निश्चित करतां येत नाहीं. तथापि त्या सर्वांच्या मतांची गोळाबेरीज येथें स्थूलमानानें देतां येईल.

पायथॅगोरसचीं मतें, पृथ्वीचें गोलत्व.— या काळांत उदयास आलेलें सर्वांत महत्त्वाचें मत म्हणजे पृथ्वी गोलाकार आहे हें होय. हें मत पायथॅगोरस यानें प्रथम प्रतिपादन केलें असें म्हणतात; परंतु पार्मेनिडेझला देखील त्या मताच्या उत्पादनाचें श्रेय देण्यांत आलें आहे. एवढ्या मोठ्या महत्त्वाच्या सत्याचा शोध पुढील काळांत आणखीहि कित्येक पंडितांच्या नांवावर घातलेला आढळून येईल. ह्या शोधासंबंधीं एकूण एक हकीकत बाहेर पडल्यास कदाचित असें दिसून येईल कीं पृथ्वी गोल आहे ही कल्पना सदरहू ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांच्याहि पुष्कळ अगोदर उदयास आली होती. तथापि ही गोष्ट गृहीत धरण्यास निदान आज तरी आपल्याजवळ कांहीं पुरावा नाहीं. बाबिलोनी व मिसरी लोकांच्या डोक्यांत ही कल्पना आली नव्हती हें आपण वर पाहिलेंच आहे. ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांनां ही कल्पना सुचली याचें कारण ते ज्योतिःशास्त्राचे अभ्यासक होते हें नसून त्यांनां भूगोल व भूमिति या विषयांचें व्यावहारिक ज्ञान होतें हें आहे. सॅमॉस ही पायथॅगोरसची जन्मभूमि असल्यामुळें त्या बेटांतून इटाली मध्यें जाण्यांत त्याचें बरेंच समुद्रपर्यटन झालें असलें पाहिजे. पृथ्वी गोलाकार आहे असें मानण्यास एक पुरावा, समुद्रामध्यें दुरून आपल्याकडे येत असलेल्या जहाजाचें प्रथम शीड व डोलकाठ्या दिसूं लागून पुढें हळू हळू जहाजाचा खालचा भाग दृग्गोचर होतो हा आहे. पायथॅगोरसला आपल्या लांबच्या समुद्रपर्यटणांत ही गोष्ट लक्ष्यांत येणें अधिक संभवनीय असल्या कारणानें पृथ्वीच्या वास्तविक आकाराची कल्पना त्यासच प्रथम सुचली असावी असा तर्क करण्यांत येतो.

पृथ्वी गोलाकार आहे याचें दुसरें प्रत्यंतर म्हणजे चंद्रग्रहणीं पृथ्वीची छाया चंद्रावर वाटोळी पडते. परंतु ही गोष्ट पायथॅगोरस याच्या ध्यानांत आली होती किंवा नव्हती हें सांगतां येत नाहीं. मिसरी किंवा बाबिलोनी लोकांप्रमाणें ग्रीक पंडित ताऱ्यांचे वेध घेऊन ते लेखनिविष्ट करीत होते असें मानावयास सध्यां आपल्याजवळ कांहीं पुरावा नाहीं. तथापि तेवढ्यावरून ग्रीक लोक आकाशासंबंधीं आपले निरीक्षणात्मक अनुभव लिहून ठेवीत नव्हतेच असें मात्र खात्रीपूर्वक म्हणतां येत नाहीं. कारण ह्या काळांतील ग्रीक लोकांचे सर्व कागदपत्र नष्ट झाले असल्यामुळें त्यांनीं कांहीं लिहून ठेवलें असलें तरी तें आपणांस समजणें शक्य नाहीं. पायथॅगोरस यानें मिसरदेशांत प्रवास केला होता असें म्हणतात. तें खरें असल्यास त्याला तेथें जाऊन ज्योतिःशास्त्रपद्धतींचा गंधहि लागला नसेल असें म्हणवत नाहीं. डायोजिनेझ यानें पायथॅगोरस याचें जें एक पत्र उद्धृत केलें आहे त्यांत पायथॅगोरस हा ज्योतिषाचा अभ्यास करीत असे असा उल्लेख आहे. तथापि पृथ्वी गोल आहे ही कल्पना पायथॅगोरसला पटण्यास बहुधा, समपातळींतील आकृतींत वर्तुळ व घनाकृतींत गोल ह्या सर्वांगपरिपूर्ण आकृती आहेत ही त्याची समजूतच कारणीभूत झाली असावी असें मानावयास बरीच जागा आहे. कांहीं का असेना, एवढें मात्र खरें कीं पृथ्वी गोल आहे ह्या कल्पनेचा उगम आपणांस पायथॅगोरसपर्यंत मागें नेतां येतो. इटालींतील तत्कालीन पंडितांनीं दुसरें कांहींहि न करतां एवढेंच एक सत्य जरी बाहेर काढलें असलें तरी देखील त्यांनां शास्त्रीय ज्ञानांत बरीच मोठी भर घातल्याचें श्रेय दिलें पाहिजे.

पायथॅगोरसचें निरीक्षण व दृक्प्रत्ययसिद्धान्त.— पायथॅगोरस हा आकाशाचें निरीक्षण करीत असे याचा दुसरा पुरावा म्हणजे, पार्मेनिडेझ याचा आधार देऊन डायोजिनेझ म्हणतो कीं सकाळीं सूर्योदयापूर्वी दिसणारी चांदणी व संध्याकाळीं सूर्यास्तानंतर दिसणारी चांदणी ह्या दोन्ही एकच आहेत ही गोष्ट प्रथम पायथॅगोरसच्या लक्षांत आली. हा शोध फारच महत्त्वाचा आहे; कारण यापासून पुढें ग्रहादिकांच्या गतिस्थितीसंबंधीं नियम काढण्याचा मार्ग सुलभ झाला. ग्रीक लोकांमध्यें वजनें व मापें सुरू करण्याचें श्रेय देखील पायथॅगोरस यासच देण्यांत येतें. पायथॅगोरस यानें वजनांची व मापांची कल्पना काढली असें न म्हणतां त्यानें ती फक्त ग्रीक लोकांमध्यें सुरू केली असें जें म्हटलें आहे त्यावरून पायथॅगोरसपूर्वी वजनें व मापें बाबिलोन व मिसर देशांत अस्तित्वांत होतीं हें व्यक्त होतें.

पायथॅगोरस हा दृक्प्रमाणपंडित होता, हें त्याच्या वरील शोधांवरून सहज ध्यानांत येण्यासारखें आहे. अर्थात् त्यानें

भूमितीसारखें शास्त्र परिणतावस्थेस पोंचविलें असें जर त्याबद्दल म्हटलेलें असलें तर त्याचें आश्चर्य वाटावयास नको. भूमितींतील त्याचा सुप्रसिद्ध शोध म्हणजे काटकोन त्रिकोणाच्या कर्णावरील चौरस त्याच्या दुसऱ्या दोन बाजूंवरील चौरसांच्या बेरजेबरोबर असतो हा होय. ह्या शोधानें हर्षभरित होऊन त्यानें शंभर बैल बळी दिले म्हणून जी मागें आख्यायिका सांगितली आहे ती जरी शुद्ध मनःकल्पित आहे तरी ती या शोधामुळें त्यास किती आनंद झाला होता हें मात्र उत्तम रीतीनें दर्शविते. आपणांस भारतीयांमध्यें हा सिद्धान्त शुल्व सूत्रांतच दृष्टीस पडतो.

पायथॅगोरसच्या हातचा एकहि कागद आज उपलब्ध नाहीं. असें सांगण्यांत येतें कीं "तो आपले विचार लिहून प्रसिद्ध न करतां तोंडींच त्यांचा प्रसार करीत असे. प्यूसेशिआ, मेसापिआ व रोम येथून शेंकडो लोक दररोज त्याचें व्याख्यान ऐकण्यास उत्सुकतेनें धांवून येत. ज्यांनां ज्यांनां म्हणून त्याच्या दर्शनाचा लाभ होई ते स्वतःस अगदीं कृतकृत्य समजत. असें या माणसांनीं आपल्या इष्टमित्रांस पाठविलेल्या पत्रांवरून दिसतें. असें होतें तरी फिलोलाउसच्या काळापर्यंत ह्या पुरुषाचे विचार कोणींहि लिहून प्रसिद्ध केले नव्हते. पायथॅगोरसचे तीन ग्रंथ जेव्हां प्रसिद्ध झाले तेव्हां प्लेटोनें ते आपल्याकरितां मीना नांवाची १०० नाणीं देऊन विकत घेण्याकरितां लिहिलें होतें" [प्रसिद्ध तत्त्ववेत्त्यांचीं चरित्रें—डायोजिनेझ लेअर्शिअस—भाषांतर, यंग १८५३ लंडन]. हे ग्रंथ जर खरोखर कधीं लिहिले गेले असले तर निदान आज तरी ते उपलब्ध नसल्यामुळें आपणांस उत्तरकालीन लेखकांच्या माहितीवरच विश्वसून रहावें लागत आहे.

पायथॅगोरसचीं इतर मतें.—आतां आपण पायथॅगोरसचीं दुसरीं काय मतें होतीं तें पाहूं. त्याच्या ह्या मतांचा सारांश डायोजिनेझ यानें आपल्यापूर्वी होऊन गेलेल्या अलेक्झांडर नामक ग्रंथकाराच्या पुस्तकांतून (तत्त्ववेत्त्यांची परंपरा) उद्धृत केला असून स्वतः अलेक्झांडरला तीं मतें पायथॅगोरसवरील टीकाग्रंथांत पहावयास मिळालीं होतीं. सदरहू विधानें जर बरोबर असलीं—कारण उपरिनिर्दिष्ट अलेक्झांडरचा ग्रंथ किंवा पायथॅगोरसवरील टीकाग्रंथ यांपैकीं आज कांहींहि उपलब्ध नाहीं—तर आपण पायथॅगोरसच्या इतकें अधिक सन्निध गेलों असें म्हटलें पाहिजे.

डायोजिनेझ यानें उद्धृत केलेल्या सारांशांतून पुढें दिल्या प्रमाणें मुद्दे निघतात. (१) पायथॅगोरसच्या मतांत मूलपिंडाची कल्पना, व रेषा, पातळींतील आकृति, घनाकृति व त्यापासून पुढें इंद्रियगोचर पदार्थ, अशा निरनिराळ्या अवस्थांतून साध्या वस्तूपासून संमिश्र वस्तूच्या विकासाची कल्पना गर्भित आहे. (२) सर्व सजीव पदार्थ पृथ्वी, आप, तेज व वायु ह्या चार तत्त्वांपासून बनलेले आहेत असें प्रतिपादिलेलें आहे. (३) केवळ पृथ्वीच्या गोलाकाराचींच नव्हे तर प्रतिपदर्वातिजनाची कल्पना देखील व्यक्त झाली आहे. (४) हवेचा आरोग्याशीं संबंध अगदीं स्पष्ट दाखविला आहे. (५) जननासंबंधीं व आनुवंशिक संस्कारांसंबंधीं प्रश्नांची कल्पना दिग्दर्शित केली असून आपोआप जन्मास येण्याची उपपत्ति बरोबर नाहीं असें मत स्पष्ट प्रतिपादलेलें आहे. (तथापि हें येथें सांगितलें पाहिजे कीं, ही जुनी उपपत्ति पायथॅगोरसनंतरहि आणखी २४०० वर्षे जीव धरून राहिली होती). (६) मनाचें पृथक्करण करून त्यावरून मनुष्याचें मन व इतर प्राण्याचें मन या दोहोंत भेद दाखविला आहे. हृदय हें मनाच्या एका अंगाचें इंद्रिय असून मनाचीं इतर अंगें मेंदूमध्यें वास करतात अशी कल्पना आहे. मेंदू हा इतक्या प्राचीन काळींच मनाचें करण समजला गेला होता हें ध्यानांत ठेवण्यासारखें आहे. (७) शुद्ध रक्तवाहिन्या, अशुद्धरक्तवाहिन्या व मज्जातंतू ह्या आत्म्याला जोडणाऱ्या सांखळ्या आहेत या विधानावरून शारीरशास्त्राचेंहि किंचित् ज्ञान व्यक्त होतें.

हे सर्व तर्क तर खरेच, पण त्यांतील निदान कांहीं तरी सत्याच्या बरेच जवळ जाऊन पोंचले होते यांत संशय नाहीं. तथापि ह्या शास्त्रीय तत्त्वांच्या जोडीलाच पायथॅगोरसच्या मतांत भूतपिशाचादि कल्पनांसहि थारा मिळाला आहे. मैत्री म्हणजे समानता, व मित्रांची मालमत्ता समाईक असते हेंहि त्याचें तत्त्व होतें. त्याचे शिष्य आपली मालमत्ता एकत्र समाईक उपभोगीत होते असें वर्णन आहे. यावरून इतक्या प्राचीन काळींहि सार्वजनिक संपत्तीच्या तत्त्वाचा प्रयोग करून पाहण्यांत आला होता असें दिसतें. त्याच्या संगीताविषयींच्या कार्याचा उल्लेख पूर्वी केलाच आहे.

झीनॉफानेझ.—पायथॅगोरसविषयीं अशी एक विचित्र आख्यायिका आहे कीं तो, 'मी आपल्या पूर्ववयांत पाताळांत गेलों असतां तेथें होमर व हेझिओड यांचे त्यांनीं देवाविषयीं भलत्यासलत्या कल्पना प्रसृत केल्याबद्दल हालहाल केले जात असतांना पाहिलें आहे' असें नेहमीं म्हणत असे. ही आख्यायिका खरी असो किंवा काल्पनिक असो, तिजवरून असें एक अनुमान निघतें कीं पायथॅगोरसचा तत्कालीन ग्रीक लोकांच्या पारलौकिक मतांवर विश्वास नसावा. ह्या काळीं होऊन गेलेले बहुतेक सर्वच मोठमोठे तत्त्ववेत्ते बहुधा ह्या बाबतींत श्रद्धाहीन असावेसें वाटतें. तथापि त्यांतल्या त्यांत झीनॉफानेझ नामक तत्त्ववेत्त्याला तर आपल्या बांधवांच्या सगुणदेवतेच्या कल्पनेचा विशेषच तिटकारा होता अशी त्याच्यानंतर होऊन गेलेल्या लोकांची समजूत होती. झीनॉफानेझ याचा जन्म ख्रि. पू. ५८० च्या सुमारास कॉलोफॉन येथें झाला होता. त्याचे आरंभींचे कांहीं दिवस भटकण्यांत गेल्यावर शेवटीं तो इटालींत घर करून राहिला; व तेथें त्यानें एलिॲटिक नांवाचा एक नवीनच पंथ काढला. हा पंथ असें प्रतिपादन करीत असे कीं, इंद्रियजन्य ज्ञान हें खरें ज्ञान नसून केवळ तर्कानें सिद्ध होणारें ज्ञान तेंच खरें ज्ञान होय. झीनॉफानेझ याच्या कवितेचा जो कांहीं थोडाबहुत अंश आज उपलब्ध आहे त्या

वरून त्याच्या मताची बरीच स्पष्ट कल्पना होऊं शकते. त्याच्या मतें 'देवादिकांत व मानवांत सर्वश्रेष्ठ असा एक ईश्वर असून त्याला मनुष्यासारखें शरीर व मन नाहीं. मनुष्य असें समजतो कीं ईश्वरास देखील आपल्याप्रमाणेंच जन्म आहे, आपल्याप्रमाणेंच तो बोलतो चालतो व आपल्याप्रमाणेंच त्याला कपडेलत्ते लागतात. परंतु गाई, बैल, घोडे किंवा सिंह ह्यांनां जर चित्रें काढण्यास मनुष्याप्रमाणें हात असते व चित्रें काढतां येत असतीं तर त्यांनीं देखील ईश्वराचीं स्वतः सारखींच चित्रें काढलीं असतीं. त्याला बैलांनीं बैलाचें, घोड्यांनीं घोड्याचें व सिंहांनीं सिंहाचें रूप दिलें असतें. [ग्रीसमधील आद्य तत्ववेत्ते-फेअरबँक. लंडन, १८१८. पृ. ६७-७१].

ग्रीसच्या पौराणिक कथांतील राक्षसादिकांच्या युद्धाविषयींहि त्यानें तितकीच अविश्वासबुद्धि दर्शविली असून ती शास्त्रज्ञांच्या चिकित्सकबुद्धीची दर्शक आहे. ह्या चिकित्सक बुद्धीमुळें त्याला कोणकोणते शोध लावतां आले हें कळण्यास आज मार्ग नाहीं; परंतु उत्तरकालीन ग्रंथकारांनीं त्याच्या मतांसंबंधीं जी एक आख्यायिका पुढील पिढ्यांत चालू ठेवली आहे तिजवरून तो भूस्तरशास्त्राचा जनक होता असें आपणांस म्हणतां येईल. उदाहरणार्थ हिपॉलिटस म्हणतो कीं, झीनॉफानेझ याच्या मतें "हल्लीं उघडी असलेली सर्व जमीन पूर्वी पाण्याखालीं होती." पुढें कांहीं दिवसांनीं ती वर येऊन तिच्या वरील पाणी नाहींसें झालें. शिंपा वगैरे पाण्यांत सांपडणाऱ्या वस्तू जमिनीवर, पर्वतावर किंवा खाणींतून आढळून येतात व मत्स्यादि जलचर प्राण्यांचे ठसे जमिनीवर व खडकांच्या मध्यभागींहि सांपडतात याचें कारण तरी हेंच होय. जेव्हां सर्व चिखलच चिखल होता तेव्हां हे ठसे उमटले व पुढें ते चिखलाबरोबर वाळून कोरडे झाले. जमीन समुद्राखालीं बुडून तिचा चिखल झाला म्हणजे सर्व मनुष्यांचा संहार होईल; व नंतर पुन्हां मनुष्याच्या उत्पत्तीस पहिल्यापासून सुरुवात होईल [उपर्युक्त ग्रंथ, पान ८३ पहा]. ह्या उताऱ्यावरून इतक्या प्राचीन काळींहि झीनॉफानेझ यानें प्रस्तरीभूत अवशेषांचा अभ्यास हातीं घेऊन त्यावरून बिनचूक अनुमानें काढण्यास सुरुवात केली होती असें दिसतें. झीनॉफानेझ याच्या कल्पना समकालीन लोकांस ठाऊक होत्या; व त्याच्या नंतर होऊन गेलेल्या कांहीं ग्रंथकारांनीं त्या उद्धृतहि केल्या होत्या. परंतु पुढें जनतेंत त्यांनां मान्यता राहिली नाहीं किंवा लोक त्या अजीबात विसरून गेले. झीनॉफानेझच्या मागून सुमारें दोन हजार वर्षांनीं इटालींत लिओनार्डो डाव्हिन्सि यानें पुन्हां तींच मतें अगदीं स्वतंत्रपणें अभ्यास करून प्रतिपादन केलीं; परंतु लिओनार्डोच्या नंतरहि चारशें वर्षेपर्यंत म्हणजे एकोणिसाव्या शतकापर्यंत त्यांनां शास्त्रज्ञ लोकांत मान्यता मिळूं शकली नाहीं.

पार्मेनिडेझ.—पार्मेनिडेझ हा झीनॉफानेझचा एक शिष्य असून त्यानें आपल्या गुरूची विचारपरंपरा गुरूच्याच शास्त्रीय धर्तीवर पुढें चालविली होती. परंतु त्याच्या शास्त्रीय कल्पनांत कवींच्या गूढ कल्पनांची भेसळ दिसून येते. पार्मेनिडेझ हा पृथ्वी गोल आहे या मताचा पुरस्कर्ता होता हें आपण मागें पाहिलेंच आहे. ह्या मताचा खरा उत्पादक कोण होता याचा निर्णय होण्याची फारच थोडी आशा आहे; तथापि एवढें मात्र खास कीं, ह्या मताचा पुरस्कार करणारे सर्व पंडित इटालि देशांतीलच होते. पायथॅगोरसप्रमाणें पार्मेनिडेझ यालाहि पृथ्वी फिरत आहे हें मत प्रतिपादन करण्याचें श्रेय देण्यांत येतें; पण त्याच्या मताविषयीं जे कांहीं तुरळक उल्लेख उपलब्ध आहेत त्यांत तर पृथ्वी अचल, समर्याद व गोलाकृति असल्याविषयीं स्पष्ट म्हटलेलें आहे [उपर्युक्त ग्रंथ पान १०९ पहा].

तथापि कांहीं आधुनिक संशोधक ह्या उल्लेखांचा निराळा अर्थ करून एक भलतीच कल्पना पार्मेनिडेझच्या माथीं मारतात. उदाहरणार्थ एक संशोधक असें म्हणतो कीं, "पार्मेनिडेझच्या मतें अंतर्भागीं पृथ्वी गोल असून तिच्या समतोलपणामुळें ती स्वतःच्या आंसाभोंवतीं फिरत राहते. तिच्या सभोंवतीं कांहीं आवरणें आहेत. त्यांपैकीं सर्वांत वरचें आवरण अग्नीचें असून त्याच्या खालीं अंधार व तेज यांच्या मिश्रणाचें आहे; सर्वांत खालचें आवरण शुद्ध अंधकाराचें आहे. हें आवरण म्हणजे बहुधा त्यास पृथ्वीचा पृष्ठभाग वाटत असावा; व पृथ्वीच्या मध्यभागीं पुन्हां अग्नि आहे अशी त्याची कल्पना असावी " [प्राचीन तत्त्वज्ञानाचा इतिहास-हेनरिक रिटर; भाषांतर-ए. जे. डब्ल्यू. मॉरिसन. लंडन, १८३८. भा. १ पृ. ४६३.]. परंतु संशोधकांनां जुन्या लिखाणांचा मनःकल्पित अर्थ करण्याची जी एक खोड असते त्यांतलाच हा भाग आहे असें हेन्री स्मिथ विल्यम्स यांनां वाटतें. तथापि पार्मेनिडेझ हा पृथ्वीस गोलाकृति समजत होता याविषयीं मात्र शंका घेण्याचें कारण नाहीं. सूर्योदयापूर्वी व सूर्यास्तानंतर दिसणारी तेजःपुंज चांदणी एकच आहे हें पार्मेनिडेझ यानें शोधून काढलें होतें असें एका लेखावशेषावरून दिसतें. परंतु ह्या शोधाचें श्रेय पायथॅगोरसलाहि देण्यांत येतें हें मागें सांगितलेंच आहे. वस्तुतः ह्या दोघांच्या ज्योतिःशास्त्रविषयक मतांचें पृथक्करण करून त्यांपैकीं कोणतें कोणीं काढलें हें ठरविणें फार कठिण आहे.

पार्मेनिडेझच्या विश्वोत्पत्तीसंबंधीं कवितेंत मनुष्याच्या उत्पत्तीविषयींहि विचार व्यक्त केले आहेत. या कवितेवरून कवीला प्राण्यांचें जितकें इंद्रियीकरण अधिक तितकी बुद्धि अधिक या गोष्टीची स्पष्ट कल्पना होती असें दिसतें. तथापि या ठिकाणीं त्याच्या शब्दांची संदिग्धता आड येतेच. ज्या त्याच्या वाक्याचें जर्मन ग्रंथकार रिटर यानें 'विचार ही पूर्णता आहे' [उपर्युक्त ग्रंथ पान ४६५.] ह्या अर्थाचें भाषांतर केलें आहे. त्याचेंच जॉर्ज हेन्री लुई यानें 'सेंद्रियत्वाच्या प्रगल्भतेबरोबर विचाराची प्रगल्भता येते' असें भाषांतर केलें आहे [जॉर्ज हेन्री लुई पृ. ५१.] यामध्यें रिटरचें भाषांतर जास्त शब्दशः

आहे हें खरें; परंतु एकाच वाक्याचें दोन निरनिराळे पंडित निरनिराळ्या प्रकारें भाषांतर करूं शकतात यावरून प्राचीन काळच्या कल्पनांचा अर्थ करण्यांत कोणती अडचण येते हें ध्यानांत येईल.

एम्पेडोक्लेझ.—सॉक्रिटिसापूर्वी इटालींत जे मोठमोठे तत्ववेत्ते होऊन गेले त्यांत एम्पेडोक्लेझ हा अगदीं अलीकडचा आहे. त्याचा जन्म ख्रि० पू० ४९४ सालीं झाला असून तो साठ वर्षें जीवंत होता. पायथॅगोरस व एम्पेडोक्लेझ यांच्यामध्यें बरेंच साम्य आहे. दोघेहि सर्वमान्य पुरुष होऊन गेले. दोघेहि वैद्य होते, व दोघेहि नवीन मतांचे संस्थापक होते. बहुश्रुतपणा व गाढ ज्ञान यांमध्यें एम्पेडोक्लेझ सारखा दुसरा पंडित पुढील काळांत क्वचितच सांपडेल. तो मुत्सद्दी होता, भविष्यवादी होता, पदार्थविज्ञानी होता, वैद्य होता व कविहि होता. त्याच्याविषयीं अशी एक दंतकथा आहे कीं, आपण कोणास नकळत अदृश्य झालों तर आपलें कांहीं दैविक चमत्कारानें रूपांतर झालें अशी आपल्या शिष्यांची समजूत होईल असें समजून त्यानें एका ज्वालामुखी पर्वताच्या मुखांत उडी घेतली; परंतु त्याच्या पितळी वहाणांपैकीं एक वहाण पर्वतांतून बाहेर फेंकली गेल्यामुळें त्याची लबाडी उघडकीस आली. याहून अधिक विश्वसनीय अशा दुसऱ्या एका दंतकथेप्रमाणें एम्पेडोक्लेझ हा इटालींतून पेलोपॉनेसस मधील आपल्या वाडवडिलांच्या घरीं येऊन अज्ञातवासांत मरण पावला. एवढा मोठा माणूस व तो इतक्या अलीकडच्या काळांत होऊन गेला असतां त्याच्या मृत्यूसंबंधीं लोकांचें इतकें अज्ञान असावें हें आश्चर्यकारक वाटेल. परंतु यांत तसें कांहीं नाहीं. बेकनच्या मृत्यु संबधानें तरी निश्चित ज्ञान आपणांस कोठें आहे? शिवाय एवढ्या अतींद्रियज्ञान असलेल्या माणसास नैसर्गिक मरण आलें असें सांगण्यास त्याचे शिष्य साहजिकच कचरले असतील.

एम्पेडोक्लेझमध्यें कविकल्पना व निरीक्षणशक्ती या दोन्ही हि गोष्टी वास करीत होत्या. असें सांगण्यांत येतें कीं, हवेचा दाब हा उघड्या केलेल्या नळींतील पाण्याचें वजन तोलून धरूं शकतो ही गोष्ट एम्पेडोक्लेझच्या लक्षांत आली होती. प्रकाशाला गति असावी असाहि तर्क त्यानें केला होता. परंतु तो सिद्ध करण्यास त्याजपाशीं कांहीं पुरावा नव्हता. केंद्रोत्सारक गतीमुळें तारे खालीं पडत नाहींत असें त्यानें प्रतिपादन केलें होतें, म्हणून म्हणतात; हें विधान अर्थात् ताऱ्यांच्या दैनंदिन गतीसच अनुलक्षून असलें पाहिजे. परंतु मग, एक तर आपणांस पार्मेनिडेझच्या नांवावर लादण्यांत येणारा पृथ्वी फिरते हा सिद्धांत एम्पेडोक्लेझ यास ठाऊक नव्हता किंवा, ठाऊक असून तो त्यास मान्य तरी नव्हता असें गृहीत धरलें पाहिजे. कारण हे दोन्ही सिद्धांत परस्परांशीं उघड उघड विसंगत दिसतात. त्यानें एका पाणथळ जागेंतील पाणी घालवून ती कोरडी करून दाखविली असाहि एक समज आहे. सुदैवानें एम्पेडोक्लेझ याच्या लेखांचे थोडेसे अवशेष आज उपलब्ध असून त्यांवरून त्याचीं कांहीं मतें आपणांस खात्रीपूर्वक समजूं शकतात. शिवाय, प्लेटो, आरिस्टॉटल वगैरे टीकाकारांच्या ग्रंथांत आलेल्या उल्लेखांवरूनहि थोडीशी अधिक माहिती मिळूं शकते. एम्पेडोक्लेझची कविता अशी होती कीं, ती मोठमोठ्या टीकाकारांच्या देखील कसोटीस उतरली. तथापि तिचे जे कांहीं अवशेष शिल्लक आहेत, त्यांवरून त्याच्या शास्त्रीय ज्ञानाचा कांहीं बोध होऊं शकत नाहीं. त्याचे तत्वज्ञानविषयक लेख आधींच दुर्बोध आहेत, व त्यांतूनहि ते काव्यरूपांत असल्यामुळें अधिकच दुर्बोध झाले आहेत. तथापि त्यांतील कांहीं वाक्यांचा अर्थ मात्र स्पष्ट आहे. एम्पेडोक्लेझच्या लेखांतून स्पष्ट दिसणाऱ्या कल्पनांपैकीं सर्वांत महत्वाची कल्पना म्हणजे त्याला देवतांचें सगुणत्व मान्य नव्हतें ही होय. तत्कालीन एकंदर परिस्थिति पाहतां बुद्धिप्रामाण्यवादाच्या दिशेनें ही बरीच मोठी प्रगति म्हटली पाहिजे. त्याची देवाविषयीं कल्पना त्याच्याच शब्दांत पुढें दिली आहे.

"(ईश्वराच्या) जवळ जाणें किंवा (त्याला) डोळ्यांनीं पाहणें व हातांनीं धरणें देखील अशक्य (?) नाहीं; वास्तविक मनुष्याच्या मनाची खात्री होण्यास हाच राजरोस मार्ग आहे. कारण त्याला मनुष्यासारखें धडाला जोडलेलें डोकें नाहीं, किंवा त्याच्या धडाला दोन हात फुटलेले नाहींत, किंवा त्याला पावलें नाहींत, किंवा त्याला चपळ पाय नाहींत, किंवा केस नाहींत. पवित्र व शब्दातीत मन हेंच त्याचें स्वरूप असून चंचल विचारांनीं तो सर्व जगतांत भटकत असतो."

एम्पेडोक्लेझ यानें ईश्वराची निर्गुणता कोणत्या थराला नेऊन पोंचविली होती याची कल्पना आरिस्टॉटलनें केलेल्या पुढें दिलेल्या एका उल्लेखावरून उत्तम प्रकारें होऊं शकेल. "एम्पेडोक्लेझच्या मतें ईश्वराच्या ठायीं विषयग्राहकत्वाचा सर्वस्वीं अभाव आहे. कारण नाशवंत वस्तूंतील स्पर्धा नामक तत्व ज्याला ठाऊक नाहीं असा तो एकटाच कायतो आहे."

अशी एक आख्यायिका आहे कीं एम्पेडोक्लेझ यानें एका प्रेताला जीव गेल्यानंतर कित्येक आठवडेपर्यंत सडूं न देतां जसेंच्या तसेंच राखून ठेवलें होतें. ही आख्यायिका खरी असली तर तिजवरून पिचकारीनें रक्तवाहिन्यांत पातळ औषध भरून हा चमत्कार करण्यांत आला असावा असें एक अनुमान निघूं शकतें; व ही गोष्ट मागें पायथॅगोरसविषयीं लिहितांना म्हटल्याप्रमाणें त्या काळच्या लोकांस रक्तवाहिन्यांची माहिती होती या गोष्टीचा आणखी एक पुरावा आहे. प्लुटार्क म्हणतो कीं, एम्पेडोक्लेझच्या मतें शरीरांतलि सर्व चालक अंश डोक्यांत किंवा छातींतहि नसून तो रक्तांत भरलेला आहे; व म्हणून मनुष्याच्या शरीराच्या ज्या भागांत रक्त ज्यास्त असतें तो त्याचा भाग इतरांपेक्षां ज्यास्त चांगला असतो. स्टोबिअस यानें यासंबंधीं स्वतः एम्पेडोक्लेझ याचेच

जे शब्द दिले आहेत ते असे. "अंतःकरण हें रक्ताशयांत असून ह्या रक्ताशयांतून रक्त विरुद्ध दिशांनां बाहेर पडतें. मनुष्याच्या बुद्धीचें वास्तव्य ह्या ठिकाणींच असतें; कारण अंतःकरणाच्या आसपासचें रक्त हीच मनुष्याची बुद्धि होय." ह्या उताऱ्यावरून मनुष्याच्या सर्व क्रिया सर्वस्वीं रक्तावर अवलंबून आहेत ह्या गोष्टीची पूर्ण ओळख एम्पेडोक्लेझ यास पटलेली होती असें दिसून येईल.

तथापि एम्पेडोक्लेझ याची सर्वांत मोठी कामगिरी म्हटली म्हणजे आधुनिक विकासवादी सजातीय भागांविषयीं बोलतांना जी कल्पना ध्वनित करतो व जी पुढें अठराव्या शतकांत गटे यानें उलगडून सांगितली, ती त्याच्या ध्यानांत आली होती इतकेंच नव्हे तर ती त्यानें तशी स्पष्टपणें व्यक्तहि केली आहे. त्याचे स्वतःचे शब्द पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत.—"केंस, पानें व पिसें ही सर्व मूलतः एकच असून सरीसृपांच्या खवल्याप्रमाणें ते बळकट अवयवांवरील खवले आहेत. साळू प्राण्याच्या पाठीवरील कांटे देखील एकप्रकारें तीक्ष्ण टोंकाचे केंसच असतात" [उपर्युक्त ग्रंथ पान १८९]. संजातीयत्वाच्या कल्पनेप्रमाणेंच रूपांतराचीहि कल्पना त्याच्या डोक्यांत होती असें दिसतें. कारण आरिस्टॉटल यानें एका ठिकाणीं 'एम्पेडोक्लेझ म्हणतो कीं हातापायांचीं नखें हीं स्नायू अधिकाधिक कठिण होऊनच बनलेलीं असतात' असें ठासून म्हटलें आहे. फार तर काय, "प्राण्यांत पुढें जे कित्येक गुणधर्म दिसून येतात त्याचें कारण ते त्याच्या जन्माच्या वेळींच तसे असतात हें होय; उदाहणार्थ त्यांनां पाठिस असा कणा असतो याचें कारण ते ज्यांचे वंशज आहेत तो मागें वाकत असे [उपर्युक्त ग्रंथ पान २२०]. ह्या त्याच्या विधानांत प्राण्याचे गुणधर्म त्याच्या मुलाबाळांत उतरून त्याचा विकास होत असतो, ह्या लामार्कच्या कल्पनेचें बीज आहे असेंहि म्हणावयास हरकत नाहीं. आरिस्टॉटल यानें एम्पेडोक्लेझ याचें वरील मत देऊन तें चूक आहे असा आपला त्यावर शेरा मारला आहे; पण एम्पेडोक्लेझ नंतर २३००वर्षांनीं लामार्क यानें ह्याच तत्त्वाचें अधिक विवरण करून आपलें नांव विकासवादाच्या इतिहासांत अजरामर करून ठेविलें.

तथापि एम्पेडोक्लेझच्या सर्वच कल्पना शास्त्रज्ञाला शोभण्यासारख्या आहेत असें नाहीं हें येथें नमूद केलें पाहिजे. उदाहरणार्थ, पृथ्वीच्या पाठीवरील सजीव प्राण्यांची उत्पत्ति कशी झाली यासंबंधीं त्यानें एके ठिकाणीं जी कल्पना व्यक्त केली आहे तिचा सारांश असाः आरंभीं डोकीं, माना, डोळे वगैरे निरनिराळे अवयव इतस्ततः भ्रमण करीत होते. त्यांचीं परस्परांत यदृच्छेनें निरनिराळ्या प्रकारचीं एकीकरणें होऊन अनेक घटना व विघटना होत होत शेवटीं हल्लींचे प्राणी तयार झाले. ह्या घटनाविघटनांच्या प्रयोगांत मध्यंतरीं दोन तोंडें असलेले, बैलाचें शरीर व मनुष्याचें डोकें किंवा मनुष्याचें शरीर व बैलाचें डोकें असलेले, इत्यादि निरनिराळ्या प्रकारचे प्राणी तयार होऊन असंख्यात प्रयोगांनंतर शेवटीं सर्वांगपरिपूर्ण प्राण्याची उत्पत्ति झाली. [उपर्युक्त ग्रंथ पानें १८९ व १९१] सदरहू विचार शास्त्रीय कल्पनांपेक्षां कविकल्पनाच अधिक आहेत हें खरें. परंतु ह्या कल्पना कितीहि विचित्र असल्या तरी त्यांत प्रस्तुतच्या विकासवादाच्या कल्पनेकडे चाचपडत जाणाऱ्या माणसाची धडपड दिसून येते यांत शंका नाहीं.

अथेन्सच्या वर्चस्वाच्या काळांतील ग्रीक लोकांचें शास्त्रीय ज्ञान.—ह्या वेळपर्यंत आपण ग्रीक लोकांच्या शास्त्रीय ज्ञानाचें परीक्षण केलें, तरी खुद्द ग्रीस देशच्या किनाऱ्यास आपला पाय लागला नाहीं. आतां देखील आपण ज्या पुरुषांचा विचार करणार आहोंत त्यांपैकीं बहुतेकांचा जन्म ग्रीक साम्राज्याच्या बाहेरच झालेला आढळून येईल. ह्या पुरुषांत व पूर्वींच्या पुरुषांत फरक एवढाच कीं, ह्या लोकांनां ग्रीस देशाची राजधानी जी अथेन्स तिनें आपल्याकडे आकर्षण करून घेतलें होतें. ह्या लोकांचा मोर्चा ग्रीसकडे वळण्यास ह्या काळांतील बदललेली परिस्थिति कारण झाली होती. थेल्सच्या काळांत, किंवा त्यानंतर इटाली देशांत होऊन गेलेल्या मोठमोठ्या ग्रीक पंडितांच्या काळांत, ग्रीक लोक म्हणजे केवळ कित्येक लहान लहान राष्ट्रांचा एक विसंघटित समुदाय होता. त्या सर्वांनां एकत्र जोडणारी जर कोणती गोष्ट असेल तर ती त्यांचें समभाषित्व हीच एक होय. परंतु ख्रि॰ पू॰ पांचव्या शतकाच्या आरंभीं दाराइस व त्याच्यानंतर झेरक्सस यांनीं आपल्या इराणी सैन्यानिशीं ग्रीस देशावर मोठमोठ्या स्वाऱ्या केल्या; व ग्रीक व इराणी सैन्यांत त्या वेळीं ज्या लढाया झाल्या त्यांत अखेर ग्रीक लोकांनीं विजय मिळवून इराणी सैन्यास आपल्या देशाबाहेर हांकून लाविल्यामुळें त्यांच्यांतील उत्साह वाढून त्यांच्यामध्यें स्वदेशाभिमानाची ज्योत प्रज्वलित झाली. सुमारें अर्धशतकपावेतों निरनिराळीं ग्रीक राष्ट्रें पूर्वींच्या मानानें पाहतां बरींच गुण्यागोविंदानें एकत्र राहिलीं. अथेन्स शहर ह्या तात्पुरत्या एकत्र झालेल्या साम्राज्याची राजधानी समजली जाऊं लागून तिला ग्रीक संस्कृतीच्या माहेरघराचें व काशीक्षेत्राचें स्वरूप आलें. अथेन्स हें आतां व्यापाराचें केंद्र झालें व हीच गोष्ट तें संस्कृतीचें व बौद्धिक वर्चस्वाचें केंद्र होण्यास बरीचशी कारणीभूत झाली. बाहेरच्या वसाहतींतील विद्वान् लोक अथेन्स येथें येऊं लागले; व अथेन्स येथील पंडित बाहेर देशीं जाऊं लागले. ज्यांनां म्हणून राजकारणांत, एखाद्या कलेंत, वाङ्मयांत किंवा तत्त्वज्ञानांत पुढाकार मिळविण्याची लालसा होती ते सर्व अथेन्सकडेच धांव घेऊं लागल्यामुळें पेरिक्लिसच्या काळांतील आश्चर्यजनक संस्कृति अत्यंत थोडक्या अवधींत उदयास आली. एस्किलस सॉफोक्लेझ, युरिपिडेझ, हिरोडोटस् व थ्युसिडिडेझ ह्या पुरुषांची जनकदात्री हीच संस्कृति होय.

ॲनॅक्सॅगोरस.—ह्या सुवर्णयुगाच्या आरंभीं केव्हांतरी क्लेझॉमिनीहून एक मध्यम वयाचा माणूस अथेन्स शहरीं आला. तेथें जमलेल्या अनेक मोठमोठ्या माणसांत सध्यां आपल्या दृष्टीनें हाच जास्त महत्वाचा आहे. ह्या नवीन आलेल्या माणसाचें नांव ॲनॅक्सॅगोरस हें होतें. पुढील काळांतील लोक त्याला ॲनॅक्सिमेनेझचा शिष्य म्हणतात. पण त्यांत तथ्य कितपत आहे तें सांगतां येत नाहीं. आपणांस खात्रीलायक माहिती आहे ती ही कीं, ॲनॅक्सॅगोरस हा खराखरा स्वतंत्र विचाराचा माणूस असून, त्याची आणि पेरिक्लेझ व युरिपिडेझ यांची जीवश्च कंठश्च मैत्री जमली होती. तो अथेन्स येथें किती दिवस होता याविषयीं कांहीं निश्चित माहिती नाहीं; परंतु एवढें मात्र खरें कीं, शेवटीं तो आपल्या मतांमुळें अथेन्सच्या लोकांच्या तिरस्कारास पात्र झाला. त्याच्यामध्यें शोधकबुद्धि वास करीत असल्यामुळें त्याला आपल्या समकालीन लोकांच्या ईश्वरासंबंधीं कल्पना मान्य होणें शक्य नव्हतें. तो पूर्णपणें पाखंडी बनला व आपल्या स्वतःचींच कांहीं तरी नवीन मतें प्रतिपादन करूं लागला. असलीं माणसें लोकांनां कधींहि प्रिय होत नसतात. असें म्हणतात कीं, प्रथमतः ॲनॅक्सॅगोरस यास त्याच्या मतांबद्दल देहांत प्रायश्चित्त देण्याचें ठरलें होतें. परंतु पेरिक्लेझच्या वजनामुळें ही शिक्षा कमी होऊन हद्दपार करण्यांत आलें. तें कांहींहि असलें, तरी एवढें मात्र उघड आहे कीं, ह्या पंडिताला आपल्या वृद्धापकाळीं अथेन्स शहर सोडून बाहेर जावें लागलें. तो त्यानंतर लॅम्प्साकस येथें जाऊन राहिला, ह्या प्रसंगीं त्यानें असे उद्गार काढले कीं, ह्या हद्दपारीनें मीं अथेनियन लोकांनां मुकलों नसून अथेनियन लोक मात्र मला मुकले आहेत."

त्याचें समकालीन लोकांत स्थान:—ॲनॅक्सगोरसला आपल्या समकालीन लोकांत कोणतें स्थान होतें, व तत्त्वज्ञानाच्या विकासांत कितपत अंग होतें ह्याविषयीं बराच वाद आहे. त्याच्या कमनशिबानें आरिस्टॉटलच्या त्याजविषयीं कांहीं गैरसमज झाला होता, किंवा त्याची योग्यता आरिस्टॉटल यास बरोबर समजली नव्हती. ही एकच गोष्ट तो जर खरोखर विलक्षण बुद्धीचा माणूस नसता तर त्याच्या कीर्तीस ग्रहण लावण्यास पुरेशी झाली असती, व मग त्याच्याकडे कोणीं ढुंकूनहि पाहिलें नसतें. आरिस्टॉटलनंतर होऊन गेलेल्या तत्त्वज्ञानाच्या इतिहासकारांचें लक्ष प्राचीन पंडितांचें वास्तविक ज्ञान काय होतें तें पाहण्यापेक्षां पूर्वीच्या पंडितांनीं केलेल्या शब्दांवरील कोट्या,त्यांच्या तोंडचीं अलंकारिक वाक्यें किंवा त्यांच्या तोंडून कधीं सहजगत्या बाहेर पडलेलीं विधानें जीं परंपरागत दंतकथांवरून उपलब्ध असतील तीं घेऊन त्यांवरच आपली मल्लिनाथी करण्याकडे विशेष होतें. आपल्याला येथें अर्थात् अशा गोष्टींशीं कांहीं कर्तव्य नाहीं. ॲनॅक्सॅगोरसनें कोणकोणत्या सृष्टिचमत्कारांचें निरीक्षण केलें होतें व त्यांवरून त्यानें आपले सिद्धांत काय काढले होते हें आपणांस पहावयाचें आहे. ह्या प्रश्नांचीं उत्तरें देण्यास आपल्याला अंशतः दुय्यम प्रतीच्या पुराव्यांचाच आश्रय करावा लागतो; परंतु सुदैवानें ॲनॅक्सॅगोरसच्या लेखांचे कांहीं अवशेष आज आपणांस मिळूं शकतात. असें म्हणतात कीं, त्यानें सर्व आयुष्यांत सारें एकच पुस्तक लिहिलें. डायोजिनेझ त्याच्याविषयीं असेंहि म्हणतो कीं, गद्यरचना करणारा तो पहिलाच पंडित होता. ह्या दुसऱ्या विधानांत विशेष तथ्य नाहीं. तथापि त्याच्या पूर्वीची ह्याहून अधिक विस्तृत अशी गद्यरचना आज पहावयास मिळत नाहीं यांत मात्र संशय नाहीं; ज्याला पाश्चात्य लोक गद्याचा जनक समजतात तो हिरोडोटस ह्या क्लेझॉमिनीच्या तत्त्ववेत्त्याहून कांहींसा लहान होता व या दोन पंडितांची अथेन्स येथें गांठहि पडली असणें संभवनीय आहे.

त्याचीं ज्योतिर्विषयक मतें.—ॲनॅक्सगोरसच्या लेखांचा बराचसा भाग काळाच्या उदरांत गडप झाला आहे, तरी त्याच्या शास्त्रीय मतांसंबंधीं साधारण बरोबर माहिती आपणांस मिळूं शकते. डायोजिनेझ लेर्शिअस यानें यांपैकीं कांहीं मतांविषयीं माहिती स्पष्ट शब्दांत दिलेली आहे. अशा प्रकारच्या पुराव्यांत कांहीं अंशीं अनिश्चितता असते असें वर दर्शविण्यांत आलें आहे खरें, परंतु ह्या पुरावा पूर्वी येऊन गेलेल्या इतर तत्त्ववेत्त्यांसंबंधीं ज्या प्रकारचा पुरावा उपलब्ध आहे, त्याहून कांहीं वाईट नाहीं. जर आपण असलाहि पुरावा टाकून देऊं लागलों, तर पुष्कळ प्रसंगीं आपल्या हातीं कांहींच माहिती शिल्लक राहणार नाहीं. असल्या पुराव्यांत आपणांस ह्या पंडितांच्या समकालीन माणसांचें व त्यांच्या पाठोपाठ होऊन गेलेल्या कांहीं पिढ्यांचें त्यांच्यासंबंधीं काय मत होतें एवढें तरी निदान खास पहावयास मिळतें. डायोजिनेझ म्हणतो "ॲनॅक्सॅगोरसच्या मतें सूर्य हा पेलोपॉनेससहूनहि मोठा असा एक लाल तापलेल्या लोखंडाचा गोळा आहे; व चंद्रावर घरें, पर्वत, दऱ्याखोरीं वगैरे सर्व आहेत." प्लेटो जें म्हणतो कीं ॲनॅक्सॅगोरस यानें चंद्रास प्रकाश असण्याचें व त्याचप्रमाणें चंद्रसूर्यांच्या ग्रहणांचीं काय कारणें आहेत याचा बरोबर तर्क केला, त्यामुळें वरील विधानास पुष्टीच मिळते. ॲनॅक्सॅगोरसच्या म्हणून दिलेल्या ज्योतिषशास्त्रविषयक दुसऱ्या कांहीं उपपत्ती तर याहूनहि मजेदार आहेत. उदाहरणार्थ, तो म्हणतो कीं, "आरंभीं तारे हे वाटेल तसे इकडून तिकडे फिरत होते. आज आपणांस एकसारखा दिसत राहणारा ध्रुव तारा तेव्हां नेहमीं डोक्यावर दिसत असे, परंतु नंतर त्याला कांहीं क्रान्ति प्राप्त झाली. आकाशगंगा ही सूर्याचा परावर्तित प्रकाश असून त्या प्रकाशामुळें तींतील तारे स्पष्ट दिसूं शकत नाहींत. धूमकेतू हे प्रकाशत असलेले ग्रहांचे मोठे समुदाय असून तुटणारे तारे ह्या आकाशातून पडणाऱ्या एक प्रकारच्या ठिणग्या आहेत.

बुद्धिप्रामाण्य वादाच्या तत्त्वावर सृष्टिचमत्कारांचा कार्यकारणभाव पाहण्याचा प्रयत्न.—वरीलपैकीं

बऱ्याचशा विधानांत सत्याचा लवलेशहि नाहीं हें आतां सिद्ध झालें आहे. तथापि त्यांत जगामध्यें जे चमत्कार दृष्टीस पडतात त्यांचा बुद्धीप्रामाण्यवादाच्या तत्त्वावर कार्यकारणभाव पाहण्याचा मनःपूर्वक प्रयत्न केलेला दिसतो. सूर्य हा एक लोहरसाचा मोठा गोळा आहे ह्या तर्कांत व आधुनिक विच्छिन्नकिरणदर्शकाच्या साह्यानें लागलेल्या शोधांत तत्त्वतः कांहींच फरक नसावा हें अत्यंत आश्चर्यकारक नव्हे काय ? ही लोहउपपत्ति हा केवळ एक काल्पनिक तर्क असेल असेंच कांहीं म्हणतां येत नाहीं. पुष्कळ अंशीं तें उल्कापाषाणांची तपासणी करून तिजवरून विचिकित्सक बुद्धीनें काढलेलें एक अनुमानच असण्याचा संभव आहे. ॲनॅक्सॅगोरस यानें इजेस्पॉटोमि येथील एका उल्कापाताचें अगोदर भविष्य वर्तविलें होतें असें सांगण्यांत येतें. ही आख्यायिका शब्दशः खरी असणें अर्थात् केव्हांहि शक्य नाहीं. तथापि ॲनॅक्सॅगोरसच्या नांवाचा उल्कापाताच्या भविष्याशीं संबंध जोडण्यांत येतो यावरून असें एक अनुमान मात्र निघूं शकतें कीं, त्यानें ह्या उल्कापाषाणांची किंवा निदान उपर्युक्त उल्कापाषाणाची तरी तपासणी केली असावी. कारण, ह्या प्रसंगाच्या अगोदर असो किंवा नंतर असो, ॲनॅक्सॅगोरस यानें आकाश हें पडणाऱ्या शिलांनीं भरलेलें आहे असें एक विधान केलें होतें. तुटणारे तारे ह्या आकाशांतून पडणाऱ्या ठिणग्या आहेत हें त्याचें विधान, तो तुटणारे तारे व उल्का एकच समजत होता असें दर्शवितें. आकाशांतून धगधगीत प्रकाशाच्या रूपानें खालीं येणाऱ्या वस्तूंचें लोखंडासारख्या पदार्थांत रूपांतर होतें या एका अनुभवसिद्ध गोष्टीवरून, सूर्य हा लाल झालेल्या लोखंडाचा रस असावा असें अनुमान त्यानें केलें असावें.

केंद्रोत्सारक शक्तीच्या कल्पनेचा उदय.—ही कल्पना एकदां दृढ झाल्यावर आकाशांतील इतर तारे देखील त्याच पदार्थाचे बनलेले असावेत असा विचार डोक्यांत येण्यास फार वेळ लागला नसावा. तथापि, यामुळें पुढें एक फारच आश्चर्यजनक कल्पना निघाली. पृथ्वी व आकाशांतील तारे यांची घटना जर परस्परभिन्न नाहीं, व पृथ्वीभोंवतीं जर ते सर्व पिंगा घालीत आहेत, तर ते पृथ्वीवरूनच एखाद्या शक्तीनें चक्राकार गति देऊन कशावरून भिरकावले नसतील. ॲनॅक्सॅगोरसनें जी कल्पना लढविली ती अशीच असून हीच त्याची ताऱ्याच्या उत्पत्तीची उपपत्ति होती. हा तर्क फारच आश्चर्यजनक होता यांत शंका नाहीं. आधुनिक शास्त्रज्ञांनीं यांतील ज्या कांहीं गोष्टी खोट्या ठरविल्या आहेत त्या वगळून टाका. अकाशस्थ सर्व निरनिराळे सूर्य असून आपली पृथ्वी ही त्यांच्या पासंगासहि लागणार नाहीं इतकी लहान आहे, व त्याचप्रमाणें पृथ्वी व सूर्य यांच्या संबंधामध्यें सूर्य हा जन्य नसून जनक आहे, ह्या दोन गोष्टी लक्षांत घ्या म्हणजे इतका फरक करूनहि शेवटीं ॲनॅक्सॅगोरसचीच विश्वोत्पत्तिसंबंधीं कल्पना आजतागाईत टिकाव धरून राहिलेली दृष्टीस पडते. ही कल्पना त्यास केवळ यदृच्छेनें सुचली नव्हती हें मात्र विसरतां कामा नये. ह्या विषयासंबंधी जो कांहीं थोडासा पुरावा मनुष्यास मिळणें शक्य आहे त्यावरूनच त्यानें योग्य तें अनुमान काढलें होतें. अर्थात् ॲनॅक्सॅगोरसला केंद्रोत्सारक शक्तीची आज आपणांस आहे तशी नीट कल्पना होती असा याचा मुळींच अर्थ नाहीं. केंद्रोत्सारक शक्ति म्हणजे दुसरें तिसरें कांहीं नसून, निसर्गांतील स्थितिसातत्य हा गुणधर्मच आहे ही गोष्ट ध्यानांत येण्यास आणखी दोन सहस्रकें उलटावीं लागलीं. तथापि, ही गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे कीं ह्या स्पष्टीकरणामुळेंहि अद्याप कोणतीच गोष्ट स्पष्ट झालेली नाहीं. वस्तुतः त्याला स्पष्टीकरण म्हणण्या पेक्षां वस्तुस्थितिकथन हें नांव देणेंच अधिक शोभेल.

ॲनॅक्सॅगोरसला केंद्रोत्सारक शक्तीचें कारण जरी समजलें नसलें, तरी त्या शक्तीमुळें व्यवहारांत काय काय चमत्कार घडूं शकतात हें त्याला सहज पाहतां आलें असेल. साधा गोफणीनें दगड फेंकण्याचा प्रयोग घेतला, तरी त्यापासून चौकस बुद्धीच्या माणसास बराच बोध घेतां येण्यासारखा आहे, आपण गोफण एकदां फिरवूं लागलों, म्हणजे ती बाह्यतः पृथ्वीच्या आकर्षणशक्तीसहि न जुमानतां एकसारखी चक्राकार फिरत राहते; व गोफणींतून दगड सुटल्यावर तो जितकी त्याला अधिक गति असेल तितका पृथ्वीपासून अधिक दूर जातो, हें कोणासहि सहज समजण्यासारखें आहे. अर्थात् खूपच गति दिली तर पदार्थ पृथ्वीपासून दूर आकाशांत देखील जाऊं शकतील, व पुरेशी चक्राकारगति त्यांनां तेथेंच फिरवितांहि ठेवील, अशी साहाजिकच एखाद्याची यावरून कल्पना होऊं शकेल. असेंच कांहीं तरी पूर्वी झालें असावें असें ॲनॅक्सॅगोरसलाहि वाटलें. इतकेंच नव्हे तर त्याच्या कल्पनाशक्तीनें त्याला आणखीहि एक पाऊल पुढें नेलें. त्याच्या मतें ताऱ्यांचीहि गति हळू हळू कमी होईल व अशा रीतीनें त्यांच्यामधील केंद्रोत्सारक शक्तीचा लोप होत जाऊन शेवटीं इजेस्पॉटोमींत उल्का पडली त्याप्रमाणें हे सर्व तारे पुन्हां पृथ्वीवर येऊन आदळतील.

ॲनॅक्सॅगोरसच्या कल्पनेची योग्यता व तिचा पुढील पिढ्यांत प्रसार.—वरील विवेचनावरून ॲनॅक्सॅगोरसला न्यूटनच्या पूर्वींच गुरुत्वाकर्षणाचा वास आला होता असें दिसून येईल. 'जो सिद्ध करतो त्याचा शोध' असा जर शास्त्रज्ञ पंडितांमध्यें शिरस्ता नसता, तर ह्या प्राचीन ग्रीक तत्त्ववेत्त्याला आपण न्यूटनच्याहि डोक्यावर नेऊन बसविलें असतें. ॲनॅक्सॅगोरसला त्याची कल्पना सिद्ध करतां येत नव्हती. त्याच्या युक्तिवादास फार झालें तर सूचक म्हणतां येईल. तो दर्शक मात्र होऊं शकत नाहीं. त्याला पदार्थ खालीं पडतात त्यांचे काय नियम असतात हें देखील ठाऊक नव्हतें, मग ते नियम आकाशस्थ ज्योतींनां लावण्याची गोष्ट तर बोलावयासच नको. ह्या ज्योतींच्या आकारांसंबंधीं व अंतरांसंबंधीं त्याची कल्पना फारच अस्पष्ट होती हें खरें, तथापि त्यानें विश्वोत्पत्तिसंबंधीं इतक्या

प्राचीन काळीं केलेला तर्क खरोखरच तोंडांत बोट घालण्यासारखा आहे हें कोणासहि कबूल करणें भाग आहे. अ‍ॅनॅक्सॅगोरसच्या मतांचा त्याच्या पुढील पिढ्यांत किती प्रसार झाला होता हें प्लेटोनें आपल्या ग्रंथांत साक्रेटिसाच्या तोंडीं त्याच्या निंदकास अनुलक्षून जें उत्तर घातलें आहे त्यावरून सहज ध्यानांत येईल. ह्या उत्तरांत अ‍ॅनॅक्सॅगोरसचीं हीं मतें सॉक्रेटिसाच्या वेळीं सामान्य लोकांनां देखील ठाऊक होतीं असें गर्भित केलें आहे.

शशिकलांची उत्पत्ति.—अ‍ॅनॅक्सॅगोरसच्या ह्या विश्वोत्पत्तीसंबंधीं कल्पनेंत जो चुकीचा अंश आहे त्यामुळें कित्येक टीकाकारांनीं त्याच्या कल्पनेची खरी खरी योग्यता बरोबर ओळखली नाहीं. परंतु ज्योतिषशास्त्रांतील दुसऱ्या एका अनुमानाचें मात्र त्याला सर्वानुमतें श्रेय देण्यांत येतें. हें अनुमान म्हणजे चंद्राच्या कलांसंबंधीं होय. चंद्राचा उजेड हा परावर्तित प्रकाश आहे व त्याच्या कला ह्या त्याच्या सूर्यप्रकाशित भागाचे कमजास्त अंश निरनिराळ्या दिवशीं आपल्या दृष्टिपथांत येत असल्यामुळें उद्भूत होतात, हें प्रथम अ‍ॅनॅक्सॅगोरसनें शोधून काढलें ही गोष्ट सर्वांसच मान्य आहे. चंद्राचें वाटेल तेवढ्या वारकाईनें निरीक्षण केलें तरी ही वस्तुस्थिति ध्यानांत येण्याची किती थोडी आशा आहे हें पाहिलें म्हणजे ह्या अनुमानाची खरी किंमत कळून येईल.

चंद्र गोलाकृति आहे ही कल्पना.—परंतु वर जें चंद्राच्या कलांचें कारण दिलें आहे त्यावर दुसरीहि एक आश्चर्यजनक कल्पना अवलंबून आहे. चंद्राच्या कला ह्या सूर्याच्या परावर्तित प्रकाशामुळें उद्भूत होतात हें एकदां ठरलें, म्हणजे ज्या चंद्रावरून हा प्रकाश परावर्तन होऊन येतो तो एक वाटोळा गोळा असला पाहिजे हें ओघानेंच प्राप्त होतें. कारण गोलाशिवाय दुसरी कोणतीहि आकृति चंद्रास कलांच्या रूपांत दाखवूं शकणार नाहीं अर्थात् चंद्र हा केवळ मृण्मय आहे एवढेंच नव्हे, तर तो गोलाकृतीहि असला पाहिजे हें सिद्ध होतें. येथें आपणांस अ‍ॅनॅक्सॅगोरस पूर्ण शास्त्रशुद्ध अनुमानाची कांस धरून निरीक्षणापासून स्पष्टीकरणाकडे गेलेला दृष्टीस पडतो. ह्या त्याच्या शोधामुळें ज्योतिर्विषयक ज्ञानांत बरीच महत्वाची भर पडली यांत संशय नाहीं.

पृथ्वीच्या आकृतीसंबंधीं चुकीची समजूत.—ह्यावरून कदाचित् कोणास असें वाटण्याचा संभव आहे कीं,ज्या बुद्धीला पृथ्वी, चंद्र, सूर्य व तारे यांची घटना सारखीच आहे ही कल्पना करतां आली, तिनें चंद्र गोलाकृति आहे हें एकदां ध्यानांत आल्यावर पृथ्वी, सूर्य व तारे हे देखील त्याच आकारांचे आहेत असा साहजिकच तर्क केला असावा. परंतु वस्तुस्थिति तशी आढळून येत नाहीं. अ‍ॅनॅक्सॅगोरसच्या मतें पृथ्वी सपाट किंवा फार झालें तर कूर्मपृष्ठाकार वर्तुळ असावी. अ‍ॅनॅक्सॅगोरसच्या पूर्वी इटालींत पायथॅगोरस व पार्मेनिडेझ यांनां पृथ्वीच्या गोलाकृतीची कल्पना सुचली होती हें खरें. परंतु पायथॅगोरसला ती कल्पना खरोखर सुचली होती किंवा नव्हती हें आपणांस निश्चित सांगतां येत नाहीं; व सुचली असली तरी लोकांनीं त्याचीं मतें ग्रहण करण्यांत तत्परता दाखविली नाहीं असें म्हटलें पाहिजे. दुसरा जो पार्मेनिडेझ त्याबद्दल मात्र वाद नाहीं;परंतु तो तर अ‍ॅनॅक्सॅगोरसचा पूर्णपणें समकालीनच होता, तेव्हां पुराणमतास चिकटून राहिल्याचा फारसा दोष अ‍ॅनॅक्सॅगोरसच्या माथीं मारतां येत नाहीं.

आकाशगंगेसंबंधीं उपपत्ति व तींतील सत्याचा अंश.—अ‍ॅनॅक्सॅगोरसनें स्वतः चंद्रग्रहणाचें कधींच वारकाईनें निरीक्षण केलें नसेल.दररोज रात्रीं आकाशांत दृग्गोचर होणारी आकाशगंगा ही कदाचित् त्याचें पृथ्वीच्या आकारासंबंधीं मत वनविण्यास कारणीभूत झाली असावी. फार प्राचीन काळापासून ज्योतिष्यांस आकाशगंगा ही काय आहे याचें कोडेंच पडलें होतें. परंतु, अ‍ॅनॅक्सॅगोरसनें तिचें असें स्पष्टीकरण दिलें कीं, अकाशगंगा ही आकाशांत पडलेली पृथ्वीची छाया असून, अंधाऱ्या रात्रीं ज्या कारणामुळें ताऱ्यांचा प्रकाश अधिक पडतो त्याच कारणामुळें त्या छायेंतील तारेहि जास्त चकाकित दिसतात; व तींतील अनेक लहान लहान अदृश्य तारे दृश्य झाल्यामुळें त्यांची संख्या पुष्कळ वाढलेली दिसते. अर्थात् ह्या कल्पनेंतील पृथ्वीच्या छायेची उपपत्ति आतां कोणासहि मान्य होणार नाहीं. परंतु तींत सत्याचाहि कांहीं अंश आहे ही गोष्ट गॅलिलिओच्या काळापर्यंत कोणाच्या ध्यानांत आली नाहीं. हा सत्याचा अंश म्हणजे आकाशगंगेचा प्रकाश हा तींत असलेल्या अनेक ताऱ्यांच्या चकाकीमुळें उद्भूत झालेला असतो ही कल्पना होय. अ‍ॅनॅक्सॅगोरसची छायेची उपपत्ति पृथ्वी गोलाकार आहे हें सिद्ध होतांच ढासळून पडली असावी. व ह्या उपपत्तीवरोबरच आकाशगंगा ही अनेक ताऱ्यांची मिळून झालेली आहे ही तिच्या जोडीची उपपत्तीहि कांहीं दिवस मागें पडलेली दिसते.

एक आधुनिक टीकाकार असें म्हणतात कीं ही छायेची उपपत्ति अगदीं पोरकट होती; कारण आकाशगंगा ही क्रांतिवृत्तांतून गेलेली नाहीं एवढी क्षुल्लक गोष्टहि ती प्रतिपादन करतांना तिच्या उत्पादकाच्या लक्षांत आली नाहीं [थिओडोर गॉंपेर्झ, ग्रीक थिंकर्सः ए हिस्ट्रि ऑफ एन्शंट फिलॉसफि (जर्मनवरून लॉरि मॅग्नेस यानें केलेलें भाषांतर), न्यूयॉर्क १९०१, पानें २२०, २२१]. परंतु हे टीकाकार वरील टीका करतांना पृथ्वी गोल आहे ही अलीकडची कल्पना गृहीत धरून चालतात. ज्या आकारामुळें पृथ्वीची आकाशगंगेप्रमाणें लांबोळी छाया पडेल असा एखादा आकार कल्पणें कांहीं अशक्य कोटींतील गोष्ट नाहीं. हा आकार अर्थात् अरुंद व लांबोळा असा कांहीं तरी होईल. अ‍ॅनॅक्सॅगोरसच्या मतें पृथ्वी अशा आकाराची होती असें मानण्यास आज कांहीं पुरावा नाहीं; तथापि चंद्रकलांची उपपत्ति लावणाऱ्या माणसाच्या डोक्यांत आकाशगंगेसारखी

बारकीशी छाया जिची पडते त्या पृथ्वीचा आकार कसा असला पाहिजे हा विचार आला नसावा असें म्हणतां येत नाहीं. शिवाय हेंहि आपण लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं, तत्कालीन ग्रीक लोकांस ज्ञात असलेला पृथ्वीचा भाग म्हणजे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे पसरलेला असा एक जमिनीचा तुकडाच होता.

ॲनॅक्सॅगोरसचें वायुस्थितिशास्त्रासंबंधीं ज्ञान.– ज्या पुरुषानें इजेस्पॉटॉमीच्या उल्कापाषाणाचा अभ्यास करून त्यावरून आश्चर्यचकित करून सोडणारीं अनुमानें काढलीं, त्याचें वातावरणांतील इतर चमत्कारांकडेहि लक्ष जाऊन त्यांची बरोबर उपपत्ति त्यानें लावली असल्यास त्यांत नवल नाहीं. वारे हे सूर्याच्या उष्णतेनें हवा विरल होऊन उत्पन्न होतात, ही वाऱ्यांची उपपत्ति शोधून काढण्याचें श्रेय ॲनॅक्सॅगोरस यास देण्यांत येतें. वस्तुतः ह्या स्पष्टीकरणामुळें ॲनॅक्सॅगोरस यास 'वायुस्थितिशास्त्राचा जनक' हें नांव सार्थपणें देतां येण्याजोगें आहे. परंतु त्या शास्त्रास आरंभ ॲनॅक्सॅगोरस होऊन गेल्यानंतर सुमरें २४०० वर्षें मागाहून झाला असल्यामुळें, त्याला वरील पदवी देण्याचा विचार क्वचितच कोणाच्या डोक्यांत येतो. ॲनॅक्सॅगोरस केवळ वाऱ्यांचीच उपपत्ति सांगून स्वस्थ बसला नाहीं, तर अंतरिक्षानेंहि त्याचें लक्ष वेधलें होतें. असें म्हणतात कीं, मेघ एकामेकांवर आदळले असतां मेघगर्जना होते व त्यांचें परस्परांशीं घर्षण झालें म्हणजे वीज चमकते असें ॲनॅक्सॅगोरसनें प्रतिपादन केलें होतें. ह्या घर्षणविषयक उपपत्तीवरून, ती प्रतिपादन करणाऱ्या ॲनॅक्सॅगोरसच्या मनांत अंबरासारख्या पदार्थांच्या घर्षणानें उत्पन्न होणारे विद्युच्चमत्कार घोळत असले पाहिजेत असें विधान करण्याचें जरी आज कोणास धाडस करतां येणार नाहीं, तरी मेघगर्जना व विद्युत् हे केवळ सृष्टिचमत्कार आहेत ही गोष्ट त्यानें पूर्णपणें ओळखली होती यांत मात्र संशय नाहीं. मेघनाद ही मानवांवर रुष्ट झालेल्या एखाद्या देवाची गर्जना असून विद्युत् हें त्याचें अस्त्र आहे अशा प्रकारच्या गोष्टींवर त्याचा बिलकुल विश्वास नव्हता. अर्थात्, ज्या माणसाचें तत्त्वज्ञान असल्या पाखंडाचा उपदेश करतें त्यावर धर्मभोळ्या अथेनियन लोकांचा रोष झाला असल्यास त्यांत नवल तें काय?

त्याचीं प्राणिशास्त्रविषयक अनुमानें.— ॲनॅक्सॅगोरसच्या मतें हवा पृथ्वींत परत शिरली म्हणजे भूकंप होतो. या स्पष्टीकरणाचा नक्की अर्थ जरी सांगतां येत नाहीं, तरी त्यावरून ही कल्पना पृथ्वीच्या पोटांत वायू कोंडलेले आहेत या कल्पनेच्या जवळ जवळ आली आहे असें फार झालें तर म्हणतां येईल. तथापि, पाण्यामध्यें थोडीशी हवा असते व तिचा माशांना श्वासोच्छ्वास करण्याकडे उपयोग होतो हा दुसरा एक तर्क करण्यांत मात्र ॲनॅक्सॅगोरसनें खरोखरच मोठी बुद्धिमत्ता दर्शविली आहे. आरिस्टॉटलनें ॲनॅक्सॅगोरसच्या ह्या मताचा उल्लेख पुढीलप्रमाणें केला आहे.

"ॲब्डेरा येथील डिमॉक्रिटस व दुसरे जे कोणी तत्त्ववेत्ते श्वासोच्छ्वासाचें विवेचन करतात, त्यांनीं इतर प्राण्यांच्या श्वासोच्छ्वासाविषयीं कांहींच निश्चित मत दिलेलें नाहीं. सर्व प्राणी श्वासोच्छ्वास करतात एवढीच त्यांची कल्पना आहेसें दिसतें. परंतु ॲनॅक्सॅगोरस व डायोजिनेझ (ॲपॉलॉनिआटेझ)यांनी सर्व प्राणी श्वासोच्छ्वास करतात असें सांगून शिवाय मासे व शुक्तिकृमीसारखे कठिण कवची असलेले प्राणी कसे श्वासोच्छ्वास करतात याचेंहि स्पष्टीकरण करण्याचा प्रयत्न केला आहे. ॲनॅक्सॅगोरस म्हणतो कीं, मासे आपल्या कल्ल्यांतील पाणी बाहेर टाकतांना तोंडाच्या आसपास असलेल्या पाण्यांतील हवा तोंडांतून आंतड्यांतील निर्वात जागेंत खेंचून घेतात; [म्हणजे कल्ल्यांतील पाणी बाहेर टाकतांना त्यांतील हवा तोंडांतून आंत ओढून मग तें बाहेर टाकतात]. जणूं काय हवा ह्या पाण्यामध्येंच मूळची असते" [आरिस्टॉटल्स ट्रिटाइज ऑन रेस्पिरेशन, प्रकरण २].

वरील उताऱ्यांत जे तीन तत्त्ववेत्ते, प्राणी श्वासोच्छ्वास करतात असें प्रतिपादन करीत असल्याचा उल्लेख केला आहे, त्यांमध्यें ॲनॅक्सॅगोरस हाच अगोदर होऊन गेलेला आहे. अर्थात् तोच ह्या कल्पनेचा जनक होता हें उघड आहे. शिवाय मासे हे पाण्यांत असलेली हवा घेऊन श्वासोच्छ्वास करतात ही कल्पना तर सर्वस्वीं ॲनॅक्सॅगोरसचीच असल्याविषयीं म्हटलें आहे. ह्या कल्पनेस केवळ तर्क असें नांव देणें बरोबर होणार नाहीं. निसर्गांत सर्वत्र एकरूपता आहे. या तत्त्वापासून शुद्ध निगमनानेंच तो सिद्धांत त्यानें काढलेला होता.

तथापि ह्या कल्पना ॲनॅक्सॅगोरसच्या समकालीन लोकांस किंवा त्याच्या पुढील कित्येक पिढ्यांस पटण्यासारख्या नव्हत्या. कारण, आरिस्टॉटलनें जें वर दिलेलें ॲनॅक्सॅगोरसचें मत उद्धृत केलें आहे, तें केवळ ही गोष्ट अशक्य आहे असा पुढें शेरा मारून आपल्या आधिभौतिक वादानें खोडून टाकण्याकरितांच होय. हा त्याचा युक्तिवाद त्याला स्वतःला तर पटत होताच, पण त्याच्यानंतर होऊन गेलेल्या त्याच्या अनुयायांनांहि कित्येक पिढ्यांपर्यंत तो बरोबर वाटत असे. असें सांगतात कीं, ॲनॅक्सॅगोरस हा सर्व प्राणी आरंभीं पृथ्वी, आप व तेज ह्या तत्त्वांपासून निर्माण झाले असें प्रतिपादन करीत असे. मनुष्यप्राण्याच्या विकासासंबंधीं त्याचें काय मत होतें याचा कोठें उल्लेख आलेला नाहीं; परंतु तो कदाचित् विकासवादी असावा असें वाटतें. कारण तो म्हणत असे कीं मनुष्यास हात आहेत म्हणून तो सर्व प्राण्यांत जास्त बुद्धिमान् आहे, असें जो म्हणतो त्याच्या डोक्यांत हाताच्या उपयोगानें बुद्धीचा विकास होतो ही कल्पना असावी असा साहजिकच एखाद्याचा तर्क होईल; परंतु तें कसेंहि असलें, तरी डार्विन निर्माण होईपर्यंत ह्या

कल्पनेचें खरें इंगित लोकांच्या ध्यानांत आलें नव्हतें, एवढें मात्र खरें.

भौतिक घटनेसंबंधीं ॲनॅक्सॅगोरसचे विचार.—आरिस्टॉटल म्हणतो कीं, ॲनॅक्सॅगोरसच्या मतें वनस्पतींची गणना प्राणिवर्गांतच होत असून त्यांचीं पानें झडतात व पुन्हां फुटतात यावरून त्यांनांहि प्राण्याप्रमाणेंच सुखदुःख होतेंसें दिसतें, असें तो प्रतिपादन करी. ही कल्पना जरा विचित्र दिसते, पण तें निसर्गांतील एकसारखेपणावरूनच काढलेलें एक अनुमान आहे. पदार्थांच्या घटनेसंबंधींहि ॲनॅक्सॅगोरसनें आपले विचार प्रसिद्ध केले होते. व सुदैवानें ते आज आपणांस उपलब्ध आहेत. तो म्हणत असे कीं, वास्तविक बर्फाचा रंग पांढरा नसून काळा आहे; कारण, बर्फ म्हणजे पाणीच होय; व योग्य परिस्थितींत—म्हणजे उदाहरणार्थ विहिरीच्या तळाशीं—पाणी पाहिलें असतां त्याचा रंग काळा दिसतो. ही उपपत्ति काढणाऱ्या ॲनॅक्सॅगोरसच्या लक्षांत बर्फ, पाणी व वाफ हीं एकाच पदार्थाचीं तीन निरानराळीं रूपें आहेत ही गोष्ट स्पष्टपणें आलेली दिसते. बर्फ व वाफ ह्यांचें पाण्यामध्यें रूपांतर होऊं शकतें व त्यांचा कोणत्याहि साध्या क्रियेनें निराळा पदार्थ बनवितां येत नाहीं, यावरून त्यांच्या अणूंची घटना तीनहि स्थितींत एकसारखीच रहात असली पाहिजे असें त्यास वाटलें. त्याच्या दृष्टीनें पाण्याचा एक वेगळा कण हा अकृत्रिम, निर्विकार व अक्षय असा मूलभूत पदार्थ होता. अशा प्रकारचे अनेक कण एकत्र झाले म्हणजे ज्याला आपण पाणी म्हणतों तें तयार होतें. परंतु त्याचाच जर निराळ्या जातीच्या कणांशीं संयोग झाला तर भलताच एखादा पदार्थ तयार होईल. याचें प्रत्यंतर झाडानें आपल्या मुळांनीं शोषून घेतलेलें पाणी त्या झाडाचाच एक अंश होऊन बसतें, तेव्हां पहावयास सांपडतें. परंतु ॲनॅक्सॅगोरस असें म्हणत असे कीं, कोणत्याहि निराळ्या पदार्थाशीं संयोग झाला तरी पाण्याचा कण शेवटीं पाणीच राहतो; व पाण्याला जो नियम लागू तोच सोनें, रुपें, लोखंड, माती इत्यादि दुसऱ्या कोणत्याहि पदार्थास देखील लागू आहे. याचा अर्थ उघड उघड असा दिसतो कीं पाण्याच्या कणाप्रमाणेंच दुसरेहि अनेक वेगवेगळे गुणधर्म असलेले अकृत्रिम, निर्विकार व अक्षय असे मूलभूत कण आहेत.

भौतिक द्रव्याचें अविनाशित्व.—ह्या ठिकाणीं आपल्याजवळ सदरहू तत्त्ववेत्त्याचे विचार समजून घेण्यास त्याचेच स्वतःचे शब्द आहेत हें आपलें नशीब म्हटलें पाहिजे. त्याच्या लेखाचे तुरळक भाग सिम्प्लिशिअसनें उद्धृत केलेल्या मजकुरांत मुख्यत्वेंकरून पहावयास मिळतात. सिम्प्लिशिअसच्या उताऱ्यांतून बहुतेक ह्या भौतिक घटनेचाच विषय आला असल्यामुळें, वर वर्णिलेल्या कल्पनेचें श्रेय ॲनॅक्सॅगोरसला देण्यांत डाल्टननंतरचें ज्ञान त्याच्या अगोदर झालेल्या तत्त्ववेत्त्याच्या मतांत घुसडून दिलें जात आहे अशी शंका येण्याचें कारण नाहीं. स्वतः ॲनॅक्सगोरसचे शब्द पुढें दिल्याप्रमाणें आहेतः 'ग्रीक लोक उत्पन्न होणें व नाश होणें ह्या शब्दांचा बरोबर उपयोग करीत नाहींत. कारण, नवीन अशी कोणतीच गोष्ट उत्पन्न होत नसते किंवा नाशहि कशाचा होत नाहीं. परंतु ज्या कांहीं वस्तू मूळच्या आहेत त्यांचा संयोग व वियोग होत असतो. म्हणून ज्याला ते उत्पन्न होणें असें म्हणतात, त्यास संयोग, व ज्यास नाश होणें असें म्हणतात त्यास वियोग हें नांव दिलें असतां तें अधिक युक्त होईल. कारण, जी वस्तु केस नाहीं तिच्यापासून केस, किंवा मांस नाहीं तिच्यापासून मांस कसें निर्माण होऊं शकेल?"

परमाणुवादाचें व तेजोमेघवादाचें बीज.—दुसऱ्या एका ठिकाणीं तो म्हणतो कीं, "(जगद्विकासाच्या एका अवस्थेंत) घन, सार्द्र, शीत व निष्प्रभ अंश जेथें हल्लीं पृथ्वी आहे त्या ठिकाणीं एकत्र झाले; व विरल, उष्ण, निर्द्रव व तेजस्वी अंश आकाशाच्या दुसऱ्या भागाकडे गेले. ह्या वियुक्त झालेल्या वस्तूंतून पृथ्वी घनीभूत होऊन निर्माण झाली. कारण, ढगापासून पाणी निघालें, पाण्यापासून पृथ्वी निघाली व पृथ्वीचें थंडीनें घनीभवन होऊन दगड झाले." या ठिकाणीं आपणांस एका बाजूस डाल्टननें उपदेशिलेल्या परमाणूंच्या उपपत्तीची तर दुसऱ्या बाजूस लाप्लास यानें वर्णिलेल्या तेजोमेघाच्या कल्पनेचीं जवळजवळ एकूणएक मूलभूत तत्त्वें दृष्टीस पडतात. परंतु त्याच्या कल्पनेची धांव या ठिकाणींच थांबली नाहीं. सोनें, पाणी इत्यादि पदार्थांच्या कणांशिवाय त्यानें आपल्या कल्पनासृष्टींत आणखी एका प्रकारचे कण निर्माण केले होते. हे कण पूर्वींच्या कणांहून, एक कण दुसऱ्या कणाहून भिन्न असतो तशा प्रकारेंच केवळ भिन्न नसून, एकंदरींत ते सर्वच एका निराळ्या वर्गांत पडतात. हे कण पूर्वींच्या कणांहून अतिशय सूक्ष्म आहेत. व ते स्वतः अपरिमेय, स्वशक्तिमान् व असंयोग्य असे आहेत. याचा एकच अर्थ संभवतो व तो हा कीं, ज्याप्रमाणें मूलभूत पदार्थांचे कण एकमेकांमध्यें मिसळून नवीन पदार्थ निर्माण करतात, त्याप्रमाणें हे सूक्ष्म कण दुसऱ्या मूलभूत कणांत मिसळून नवीन भौतिक पदार्थ तयार करीत नाहींत. परंतु हे अपरिमेय, स्वशक्तिमान् व असंयोग्य कण ज्या सजातीय कणांचा प्रत्येक पदार्थ बनलेला असतो त्यांमध्यें मात्र अगदीं स्वैरपणें मिसळलेले असतात.

ॲनॅक्सॅगोरसच्या कणांची अणुपरमाणूंशीं तुलना.—या ठिकाणीं आपणांस यांत्रिक क्रिया व रासायनिक क्रिया म्हणजे अणुसंयोग व परमाणुसंयोग यांतील भेद दिसून येईल; परंतु त्यावरून स्वतः ॲनॅक्सॅगोरसच्या डोक्यांत तसा कांहीं भेद होता अशी मात्र वाचकांनीं कल्पना करून घेऊं नये. त्याच्या अखेरच्या मिश्रणशील कणांची आधुनिक भौतिकशास्त्रज्ञाच्या अणूंशीं तुलना करतां येणार नाहीं; त्याचें डाल्टनच्या परमाणूंशींच कायतें कांहीं अंशीं साम्य दाखवितां येईल. त्याच्या अपरिमेय, स्वशक्तिमान् व असंयोग्य कणांचें आधुनिक भौतिकशास्त्रज्ञांच्या ईथर (ईथर)

नामक काल्पनिक द्रव्याशीं बऱ्याच बाबतींत साम्य आहे. परंतु ह्या सर्व भौतिक पदार्थांस व्यापून असलेल्या अपरिमेय, स्वशक्तिमान व असंयोग्य अशा कणांनां अॅनॅक्सॅगोरसच्या कल्पनेप्रमाणें एक कार्य असून त्यायोगें ते आधुनिक इंधकाच्याहि एक पाऊल पुढें जातात. हे अपरिमेय, स्वशक्तिमान व असंयोग्य कण, म्हणजे ज्याला अॅनॅक्सॅगोरस 'नौस' म्हणतो व ज्यासाठीं भाषांतरकार 'मन' हा शब्द योजितात, तो पदार्थ होय. अॅनॅक्सॅगोरसच्या 'नौस' ह्या शब्दांत जी कल्पना आहे ती 'मन' किंवा दुसरा कोणताहि शब्द बरोबर व्यक्त करूं शकत नाहीं. त्याच्या मतें ह्या शब्दाचा अर्थ केवळ ग्राहक व आकलनशील बुद्धि दर्शविणारें मन एवढाच होत नसून त्यांत योजक व उत्पादक बुद्धीचाहि अंतर्भाव होतो.

अॅनॅक्सॅगोरसचे 'नौस' कण व अद्वैतवाद.— स्वतः अॅनॅक्सॅगोरसनें ह्या संबंधीं जें म्हटलें आहे ['ग्रीसचे आद्य तत्ववेत्ते' या पुस्तकांतील फेअरबँकचें अॅनॅक्सॅगोरसच्या त्रुटित लेखांचें भाषांतर; पृष्ठें २३९–४३] त्याचें परीक्षण करतां असें दिसून येतें कीं, अॅनॅक्सॅगोरसच्या कल्पनेप्रमाणें नौस ही सर्व वस्तूंत अत्यंत विरल व शुद्ध अशी वस्तु असून तिला प्रत्येक गोष्टीचें ज्ञान आहे व तींत अतिशय शक्ति आहे; लहान मोठ्या सर्व प्राणिमात्रावर तिची सत्ता चालते. परंतु हे गुण तर सर्वज्ञतेचे व सर्वसाक्षीपणाचेच दर्शक आहेत. तेव्हां नौस ही अखिल विश्वाच्या सर्वशक्तिमान् अशा उत्पन्नकर्त्याशिवाय दुसरी कोणतीच वस्तु असणें शक्य दिसत नाहीं. तिनें मूलभूत कण उत्पन्न केल्याचें कोठें सांगितलें नाहीं. एवढी एक गोष्ट सोडून दिली तर बाकी तिच्या अंगीं देवतेचे सर्व गुण आहेत. ह्या कणांच्या उत्पत्तीचा विचार आधुनिक स्पेन्सरप्रमाणेंच अॅनॅक्सॅगोरसच्याहि कल्पनाशक्तीच्या आवांक्याबाहेर होता. नौस हा 'अजात' कणांपासून इतर सर्व पदार्थ घडणारा एक विश्वकर्माच आहे. स्पेन्सरप्रमाणेंच अॅनॅक्सॅगोरसहि नौस व कण यांच्या मागें आपलें अज्ञान आहे असा कबूलीजबाब देतो परंतु आधुनिक शास्त्रज्ञ भौतिक पदार्थांतील अणूंमध्यें सार्वत्रिक गतिरूपी जी शक्ति मानतात व जिला ब्रह्मवादी लोक सगुणत्व देऊन देवता कल्पितात तिचें नौसशीं बरेंच साम्य आहे. अॅनॅक्सॅगोरसच्या सदरहू कल्पनेचें कांहीं बाबतींत अद्वैतवादाशींहि सादृश्य दिसून येईल आपलें जें ब्रह्म तीच त्याच्या अद्वैतवादांतील नौस ही वस्तु आहे. त्याचा काल व त्याची एकंदर परिस्थिति विचारांत घेतां ग्रीकांच्या सगुण देवताकलापाच्या जागीं निर्गुण व निराकार अशा एका अत्यंत शुद्ध व विरल तत्वाची त्यानें स्थापना केलेली पाहून अक्कल अगदीं गुंग होऊन जाते. त्याच्या मुलभूत गुणांच्या कल्पनेंत सत्याचा कांहीं अंश असून तींत थोडा बदल करून पुढें २२०० वर्षांनीं जेव्हां डाल्टननें आपली उपपत्ति जगापुढें मांडली, तेव्हां ती विद्वज्जनांस पटून १९ व्या शतकांतील रसायनशास्त्रांत तिला सर्वमान्य अशी जागा मिळाली.

अॅनॅक्सॅगोरसच्या नंतर निघालेला परमाणुवाद.—तथापि पदार्थांच्या स्वरूपाविषयीं अॅनॅक्सॅगोरसनंतर दुसरी जी एक उपपत्ति उदयास आली तिचा नांवलौकिक अधिक झाला आहे. ही उपपत्ति म्हणजे ल्युसिपस व डिमॉक्रिटस यांचा परमाणुवाद होय. ह्या उपपत्तीप्रमाणें प्रत्येक पदार्थ ह्या मूलभूत परमाणूंचा बनलेला आहे. ह्या परमाणूंस सदरहू तत्ववेत्त्यांनीं जो 'अॅटम' म्हणून शब्द वापरला होता त्याचा अर्थ अविभाज्य असा असून त्यांच्या मतें या अॅटमचे म्हणजे परमाणूचे आणखी बारीक विभाग करणें अशक्य आहे. सर्व जड पदार्थांतील घटकभूत असलेले हे सर्व परमाणू एकाच जातीचे आहेत; त्यांच्या मध्यें फरक आहे तो आकाराचा व कदाचित् आकृतीचा आहे. हे निरनिराळ्या आकारांचे परमाणू निरनिराळ्या प्रकारें संयोग पावून जगांतील एकूणएक पदार्थ घडवूं शकतात.

ल्युसिपस.—उपर्युक्त उपपत्तीचें परीक्षण करून तिची अॅनॅक्सॅगोरसच्या उपपत्तीशीं तुलना करण्यापूर्वी ज्यांनीं ही उपपत्ति काढली त्यांच्यासंबंधीं आपणांस काय माहिती आहे तें पाहूं. ल्युसिपसविषयीं आपणांस इतकी थोडी माहिती आहे कीं त्याला जवळ जवळ एक काल्पनिक व्यक्तीच म्हणण्याची पाळी येते. वस्तुतः ल्युसिपस नामक कोणी व्यक्ति खरोखरच होऊन गेली होती, का तो ज्या डिमॉक्रिटसला लोक त्याचा शिष्य म्हणून समजतात त्यानेंच निर्माण केलेली कोणी काल्पनिक व्यक्ति आहे अशी शंकाहि उपस्थित करण्यांत आली होती. आधुनिक पंडित आतां ल्युसिपस नांवाची व्यक्ति कल्पनानिर्मित नाहीं असें कबूल करूं लागले आहेत, तथापि त्यांनांहि अद्याप त्याच्या नांवाशीं संलग्न असलेल्या उपपत्तीचा तो जनक होता याशिवाय त्याच्यासंबंधीं अधिक अशी कांहींच माहिती मिळालेली नाहीं. असें सुचविण्यांत येतें कीं, तत्कालीन इतर तत्ववेत्त्यांप्रमाणें ल्युसिपस याचाहि काळ भटकण्यांत गेला होता. आपल्या आयुष्याच्या उत्तरार्धांत तो ग्रेस प्रांतीं अॅब्डेरा येथें आला व तेथें त्याला डिमॉक्रिटस याचा गुरु होण्याची संधि मिळाली.

डिमॉक्रिटस.— आपणांस खात्रीलायक अशी एवढीच माहिती आहे कीं, ज्याच्या लेखांनीं व उपदेशानें परमाणुवादाचा प्रसार झाला तो डिमाक्रिटस, अॅब्डेरा येथें खि. पू. ४६० च्या सुमारास–म्हणजे त्याच्या अगोदर होऊन गेलेला अॅनॅक्सॅगोरस हा अथेन्स शहरीं आला तेव्हांच केव्हां तरी–जन्मास आला. अशीहि एक अनिश्चित माहिती आहे कीं. त्यानें पूर्वेस व मिसरदेशांत प्रवास केला असून उर्वरित आयुष्य घालविण्याकरितां तो अॅब्डेरा येथें जाऊन राहिला होता. तेथें तो साधुपुरुष म्हणून पूज्य मानला जात असे. परंतु तत्कालीन व्यावहारिक संस्कृतीवर त्याचा ठसा विशेषसा उमटलेला दिसत नाहीं. डिमाक्रिटस हा एक कल्पनातरंगांत

रमणारा पुरुष होऊन गेला. त्यानें ग्रंथरचनाहि विपुल केली होती. परंतु दुर्दैवानें तिचा बराचसा भाग नष्ट झाला आहे. उत्तरकालीन दंतकथांतून त्याजसंबंधीं असें वर्णन आहे कीं, एकतानतेनें विचार करतां यावा म्हणून त्यानें आपण होऊन आपले डोळे काढून टाकले होते. अर्थात् ही केवळ कल्पना-निर्मित गोष्ट आहे यांत संदेह नाहीं. तथापि तींतहि सत्याचा अंश कांहीं तरी असलाच पाहिजे. तिजवरून डिमाक्रिटस हा प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या सृष्टिचमत्कारांचें निरीक्षण करणारा चिकित्सक शास्त्रज्ञ नसून कल्पनाशक्तीनें दुर्ज्ञेय अशीं कोडीं सोडविणारा एक तत्त्ववेत्ता होता ही गोष्ट व्यक्त होते. परंतु त्याला 'हास्यमुख तत्त्ववेत्ता' म्हणून जें प्रत्येक ठिकाणीं उपपद लाविलेलें आढळतें त्यावरून असें दिसतें कीं, तो जगांतील व्यवहारांपासून अगदींच अलिप्त होता असें नाहीं.

डिमॉक्रिटसच्या परमाणुवादाची योग्यता.—आतां अपण डिमॉक्रिटसच्या परमाणुवादाकडे वळूं. येथें एक गोष्ट सांगितली पाहिजे कीं डिमॉक्रिटसचा परमाणुवाद त्याच्या समकालीन लोकांस विशेषसा पटला नव्हता. परंतु त्याच्या नंतर एपिक्यूरस नामक तत्त्ववेत्यानें ह्या उपपत्तीचा पुरस्कार केला; व पुढें ल्युक्रेशिअस नामक कवीनें तिचें लोकांनां समजण्यासारख्या भाषेंत विवरण केलें. तथापि आधुनिक शास्त्रीय शोध निसर्गाचीं गूढें उकलूं लागेपर्यंत ह्या उपपत्तीची केवळ कविकल्पनेंतच गणना होत होती. पुढें डाल्टनच्या व त्याच्या अनुयायांच्या शोधांनीं अर्वाचीन रसायनशास्त्राची परमाणुवादावर इमारत उभारली जाऊन त्यास सर्वमान्यता प्राप्त झाली, तेव्हां कोठें लोकांनां ह्या अब्देऱ्याच्या जुन्या 'हास्यमुख' तत्त्ववेत्याच्या कल्पना आठवूं लागल्या. पूर्वी लोक या उपपत्तीची थट्टाच करीत असत, परंतु आतां हें सर्वांस कळून चुकलें आहे कीं, पदार्थाच्या वास्तविक स्वरूपाचें स्वप्न ख्रि० पू० पांचव्या शतकांतच एका तत्त्ववेत्यास पडलें असून त्याच्या कल्पनांस केवळ पुष्टीकरण मिळण्यास इतक्या शतकांचा काळ लोटावा लागला. यामुळें आतां तत्त्वज्ञानाचा इतिहास लिहिणाऱ्यांस याच्या योग्यतेची व महत्त्वाची यथातथ्य माहिती जगाला करून देण्याची अत्यंत उत्सुकता वाटूं लागली आहे.

परमाणुवादाच्या कल्पनेचा मूळ खरा उत्पादक कोण.—या उत्सुकतेच्या भरांत कोणा लेखकाच्या हातून डिमॉक्रिटसच्या योग्यतेचे पोवाडे गातांना अतिशयोक्ति झाली असल्याचाहि संभव आहे. डिमॉक्रिटसच्या उपपत्तींत विलक्षण सूचक कल्पना भरलेल्या आहेत; अखिल जग एका मूलद्रव्यापासून उत्पन्न झालेलें आहे, या डिमॉक्रिटसच्या म्हणण्यांत तत्त्ववेत्यांनां मोहिनी पाडण्याचें सामर्थ्य आहे; या उपपत्तींत १९ व्या शतकांतल्या रसायनशास्त्रांतील शोधांचें मूल बीज दृष्टीस पडतें इतकेंच नव्हे, तर २० व्या शतकांत रसायनशास्त्रांतील जे शोध अद्याप लागावयाचे आहेत त्यांचीं सुद्धां मूल बीजें असण्याचा संभव आहे. हें सर्व खरें असलें तरी डिमॉक्रिटसच्या परमाणुवादाचें स्तुतिस्तोत्र गाण्याच्या भरांत प्रस्तुतच्या पिढींतील इतिहासलेखकांनीं सदरहू विद्वानाच्या पूर्वी होऊन गेलेला तत्त्ववेत्ता ॲनॅक्सॅगोरस याची योग्यता पूर्णपणें लक्षांत घेतलेली दिसत नाहीं. ह्या पक्षपात होण्याचें कारण केवळ आकस्मिक रीत्या उपस्थित झालेली संज्ञा-भिन्नता हें असावें असा संशय येतो. योगायोग असा घडला कीं, डिमॉक्रिटसनें जगाच्या मूलद्रव्याला परमाणु असें नांव दिलें; उलट पक्षीं ॲनॅक्सॅगोरसची जगाच्या मूलद्रव्यासंबंधाची कल्पना तंतोतंत डिमॉक्रिटसच्या कल्पनेसारखी असूनहि त्यानें त्या मूलद्रव्याला बीज किंवा मूलवस्तु असें सामान्य नांव दिलें; विशिष्ट नांव देण्याची त्यानें तत्परता दाखविली नाहीं. पण या साध्या चुकीचा परिणाम ॲनॅक्सॅगोरसच्या वास्तविक न्यायप्राप्त असलेल्या कीर्तीला विघातक झाला. तो असा कीं, आधुनिक रसायनशास्त्रांतहि या मूलद्रव्याला डिमॉक्रिटसनें दिलेलें 'ॲटम' म्हणजे परमाणु असें नांव पडून, त्या नांवाचाच सर्वत्र प्रसार झाल्यामुळें 'ॲटम' हें नांव प्रथम योजणारा जो डिमॉक्रिटस त्याचेंच नांव कृतज्ञताबुद्धिपूर्वक जग काढूं लागलें; आणि परमाणुवादाचें सर्व श्रेयहि डिमॉक्रिटसलाच देण्यांत आलें.

डिमॉक्रिटसच्या व डाल्टनच्या परमाणूंतील फरक.—डिमॉक्रिटसची परमाणूची कल्पना आणि डाल्टनची परमाणूची कल्पना ह्या दोन्ही अगदीं सारख्या आहेत अशी पुष्कळांची फाजील कृतज्ञताबुद्धीमुळें चुकीची समजूत झालेली आहे. म्हणून येथें हें स्पष्टपणें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, डाल्टनचा परमाणु आणि डिमॉक्रिटसचा परमाणु यांची सर्व बाबतींत एकमेकांशीं तुलना होण्यासारखी नाहीं. डिमॉक्रिटसची परमाणुविषयक कल्पना एकतत्त्वात्मक होती; म्हणजे सर्व परमाणू मूळ एकाच द्रव्याचे असतात, ते फक्त आकार व परिमाण या बाबतींत परस्परभिन्न असतात पण गुणधर्म सर्व परमाणूंचे सारखेच असतात, असें त्याचें मत होतें. परंतु डाल्टनची परमाणूंविषयींची कल्पना अशी आहे कीं हे मूळचे परमाणूहि अनेक जातींचे असतात म्हणजे त्यांच्या मूल घटकद्रव्यांचे गुणधर्मच निरनिराळे असतात.

आजचा परमाणुवाद.—आजची स्थिति अशी आहे कीं, रसायनशास्त्रज्ञ मूल वस्तु सत्तर पंचाहत्तर आहेत असें मानतात; व त्यांनां मूलद्रव्यें असें नांव देतात. यांपैकीं प्रत्येक मूलद्रव्याचे परमाणू विशिष्ट प्रकारचे असून त्यांचे गुणधर्म इतर मूलद्रव्यांच्या परमाणूहून भिन्न असतात. प्रत्यक्ष प्रयोगावरून असें निश्चित दिसून आलें आहे कीं, सोनें हें एक मूलद्रव्य असून, त्याच्या परमाणूचा इतर कोणत्याहि प्रकारच्या परमाणूंशीं संयोग झाला तरी त्याचा सुवर्णत्वाचा गुण कधींहि नाहींसा होत नाहीं. याचप्रमाणें रुपें, जस्त किंवा सिंध उर्फ सोडियम यांच्या परमाणूंची गोष्ट आहे; इतकेंच नव्हे तर उपर्युक्त सत्तरपंचाहत्तर मूलद्रव्यांपैकीं प्रत्येकाच्या परमाणूंची हीच स्थिति आहे. पण अलीकडे कांहीं प्रयोगांवरून असें

दिसून आलें आहे कीं,हे परमाणू सुद्धां पृथक् होऊन रूपान्तर पावतात. अर्थात् डाल्टननें दिलेलें परमाणु हें नांव चुकीचें आहे, कारण त्याच्या परमाणूचेंहि विभाग पडूं शकतात. तथापि ही गोष्ट शास्त्रीय सिद्धान्त असल्याचें अद्याप प्रयोगानें सिद्ध झालें नाहीं. तूर्त तिला नुसता तात्त्विक विचार एवढ्याच दृष्टीनें मान देणें योग्य आहे. कारण, आजकाल शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांतील तात्त्विक विचारांनां सुद्धां प्रत्यक्ष प्रयोगसिद्ध सिद्धान्तापेक्षां गौण लेखितात.

एकतत्त्ववाद आणि डिमॉक्रिटस व ॲनेक्सॅगोरस यांच्या परमणुविषयक कल्पना.—जेव्हां प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं असें सिद्ध होईल कीं, डाल्टनचा परमाणु हा सुद्धां एक संयुक्त पदार्थच असून मूळ खरा परमाणु त्याहून भिन्न आहे; व असले मूळ परमाणू संख्याभेदानें व संबंधभेदानें एकत्र संयोग पावून त्यापासून डाल्टन ज्याला परमाणू म्हणतो ते तयार होतात, तेव्हां तत्त्वज्ञान्यांनीं प्रतिपादिलेला एकतत्त्ववाद खरा असल्याचें शास्त्रीय दृष्ट्या सिद्ध झालें असें म्हणतां येईल. तेव्हां मात्र आपण एका दिशेनें डिमॉक्रिटसच्या एक पाऊल जवळ, पण त्याबरोबरच दुसऱ्या दिशेनें एक पाऊल दूर गेलों असें होईल. जवळ गेलों असें म्हणण्याचें कारण, डिमॉक्रिटसची परमाणूविषयींची कल्पनाहि एकतत्त्वात्मकच होती; व दूर गेलों असें म्हणण्याचें कारण, निरनिराळ्या पदार्थांच्या परमाणूंचा आकार निरनिराळा पण सदोदित ठराविक असतो, असें डिमॉक्रिटसचें मत होतें. सर्व पदार्थांचे परमाणू एकाच द्रव्याचे—म्हणजे एकाच गुणधर्माचे—असतात असें डिमॉक्रिटस मानीत असे; पण परमाणूंच्या आकारांत फरक असल्यामुळें त्यांच्या संयोगानें उत्पन्न झालेल्या पदार्थांच्या गुणधर्मांत फरक होतो, असें त्याला मानावें लागलें होतें. त्याच्या मतें आकारानें अत्यंत लहान व अत्यंत मोठा अशा दोन्ही परमाणूंचे मूळ गुणधर्म सारखेच असतात; पण लहान आकाराच्या परमाणूंच्या संयोगानें बनलेल्या पदार्थाचे गुणधर्म मात्र मोठ्या आकाराच्या परमाणूंच्या संयोगानें बनलेल्या पदार्थांच्या गुणधर्माहून भिन्न असतात. परंतु असें मानणें म्हणजे मूळ परमाणूंच्या गुणधर्मांत फरक असतो असें मानण्यासारखेंच आहे. तात्पर्य, 'गुणधर्म' या शब्दावर हा सारा वितंडवाद माजविलेला आहे. एका विशिष्ट आकाराचे परमाणू एकत्र होऊन बनलेला पदार्थ व दुसऱ्या एका विशिष्ट आकाराचे परमाणू एकत्र होऊन बनलेला दुसरा पदार्थ या दोघांच्या गुणधर्मांत भेद होतो असें मानणें म्हणजे वस्तुतः ॲनेक्सॅगोरस मानतो त्याप्रमाणें मूळ परमाणूंच्या गुणधर्मांत भेद असतो असें मानण्यासारखेंच आहे.

एकतत्त्ववादाची शास्त्रीयदृष्ट्या किंमत.—विसाव्या शतकांतील रसायनशास्त्रीय शोधांनीं एकतत्त्वात्मक कल्पनाच अखेर खरी ठरणार असें वाटूं लागलें आहे. डाल्टनचे निरनिराळे परिमाण एक मूळ द्रव्यापासूनच झालेले आहेत असें ठरणार. असले हे मूलद्रव्याचे परमाणू सर्व सारख्याच गुणधर्मांचे असतात; पण त्यांचे कमी अधिक प्रमाणांत संयोग होऊन बनलेल्या डाल्टनच्या परमाणूंत गुणधर्मदृष्ट्या फरक होतो; व सोनें, प्राणवायु, पारा, हिरा, वगैरे निरनिराळे पदार्थ बनतात. एकतत्त्ववादाचें खरें स्वरूप लक्षांत घेतां असें म्हणावें लागतें कीं, अखिल विश्व हें मूलतः एकाच जातीच्या द्रव्यापासून झालेलें आहे. या तत्त्वज्ञानाच्या पंथाच्या दृष्टीनें सोनें, प्राणवायु, पारा व हिरा हे सर्व निरनिराळे पदार्थ मूळ एकाच प्रकारच्या व समान गुणधर्म असलेल्या द्रव्यापासून झालेले आहेत. पण विश्वाच्या मूळ उत्पत्तीबद्दलचें इतकें हें सूक्ष्म पृथक्करण अतींद्रिय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत स्वैर संचार करणाऱ्या तत्त्ववेत्त्यासच शोभणारें आहे; प्रयोगावगम्य शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत अद्याप तें आलेलें नाहीं. केवळ तर्कशक्तीच्या बळावर उभारलेला हा विश्वाच्या उत्पत्तीविषयींचा तात्त्विक विचार मनाला मोठा मोहक वाटतो; पण शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत ह्या प्रकारच्या प्रयोगसिद्ध नसलेल्या उपपत्तींनां मुळींच किंमत देतां कामा नये, आणि केवळ शब्दांच्या वावदूकपणाला भुलून प्रत्यक्ष पुराव्याच्या अवश्यकतेकडे डोळेझांकहि करतां कामा नये. तत्त्वज्ञान व शास्त्रीयज्ञान या दोहोंमधील फरकाच्या खडकावरच अखेर ग्रीक लोकांतील शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीचें तारूं आपटून समुद्राच्या तळाशीं गेलें; आणि अलीकडील काळांतल्या शास्त्रीयज्ञानरूपी नौकेच्या कर्णधारालाहि हा खडक टाळून नौका हांकारणें अवघड होऊन बसतें. डिमॉक्रिटसच्या परमाणुवादाचें उदाहरण येथें लक्षांत घेण्यासारखें आहे. कारण, मूळच्या परमाणूंत गुणभिन्नता नसते असें डिमॉक्रिटसचें मत असल्यामुळें एकतत्त्ववादाचा तो पुरस्कर्ता होता असें अलीकडील तत्त्ववेत्ते मानूं लागले; आणि त्याच्या परमाणुवादांत एकोणिसाव्या शतकांतील रसायनशास्त्रीय शोधाचें बीज आहे इतकेंच नव्हे तर भाविष्यकालीन रसायनशास्त्रांतील शोधांचें अनुमानहि त्या उपपत्तीवरून होणारें आहे असें म्हणूं लागले. उलटपक्षीं, निरनिराळ्या पदार्थांच्या मूळ परमाणूंतच भिन्न भिन्न गुणधर्म असतात असें ॲनेक्सॅगोरसचें मत असल्यामुळें त्याची उपपत्ति प्रस्तुत काळच्या तत्त्ववेत्यांस त्याज्य वाटली!

ॲनेक्सॅगोरसचीं मूलबीजें डिमॉक्रिटसच्या परमाणूंहून भिन्न नव्हतीं.— वर दिलेली डिमॉक्रिटसच्या उपपत्तीची मीमांसा जर चुकीची नसेल, तर आपणांस तिच्यावरून असें दिसून येतें कीं, डिमॉक्रिटस हाहि वस्तुतः एकतत्त्ववादी नव्हताच. कारण, त्याचे मूळ परमाणू आकार व परिमाण या बाबतींत परस्परांहून भिन्न असल्यामुळें ते सर्व एकाच जातीचे आहेत असें म्हणतां येत नाहीं. वास्तविक तेहि ॲनेक्सॅगोरसच्या भिन्नस्वरूपी परमाणूंसारखेच आहेत असें म्हटलें पाहिजे निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे डिमॉक्रिटसचे परमाणू व ॲनेक्सॅगोरसचीं मूलबीजें यांत तत्त्वतः कांहींच फरक नाहीं. डिमॉक्रिटसचे परमाणू

जरा अधिक इंद्रियगोचर आहेत व त्यांनां विशिष्ट नांव दिलेलें आहे एवढेंच काय तें. ॲनॅक्सॅगोरसचीं मूलद्रव्यें इंद्रियांनां अगोचर असून तीं असंख्य आहेत, आणि जगांत जेवढे निरनिराळे पदार्थ आहेत, तितक्या प्रकारचीं हीं मूलबीजें आहेत. परंतु डिमॉक्रिटसच्या परमाणूंबद्दलहि अशा प्रकारचेंच विधान करणें भाग आहे. ते सुद्धां इंद्रियांनां अगोचर असण्याइतके सूक्ष्म आहेत, त्यांची संख्याहि अगणित आहे आणि जगांत जितक्या जातींचे पदार्थ आहेत तितक्या प्रकारचे हे मूल परमाणू आहेत, असेंच डिमॉक्रिटसचें मत होतें. 'मूलबीजें' आणि 'परमाणु' हीं दोन्हीं सारखींच; कारण दोन्हींहि आपल्या तत्त्वांनां आद्यस्वरूपी, अविकारी व अविनाशी असें मानतात. मग दोघांत फरक तो काय? 'फक्त नांवांत फरक' याशिवाय याला दुसरें उत्तर नाहीं. कदाचित् असें म्हणतां येईल कीं, ॲनॅक्सॅगोरसनें या मूलबीजांचे भौतिक गुणधर्म कोणते ते सांगितले नाहींत व डिमॉक्रिटसनें ते सांगितले आहेत.

परमाणुवादाच्या विकासाचें वास्तविक स्वरूप.— येणें प्रमाणें ॲनॅक्सॅगोरसनें सर्व मूलबीजें परस्परांपासून भिन्न असतात यापेक्षां त्यांच्या संबंधानें अधिक वर्णन केलेलें नाहीं; डिमॉक्रिटसनें मात्र परमाणू भिन्नभिन्न आकाराचे व कमजास्त वजनाचे असतात, इतकेंच नव्हे तर परमाणूंनां आंकडे असून त्यांच्या योगानें ते एकमेकांस अडकविले जातात, असें म्हटलें आहे. हें सविस्तर वर्णन आज कोणी खरें मानीत नाहीं. या वर्णनांतला महत्त्वाचा मुद्दा एवढाच कीं ॲनॅक्सॅगोरसप्रमाणेंच डिमॉक्रिटिसहि परमाणू हे आकार व परिमाण या बाबतींत भिन्नभिन्न प्रकारचे असतात असें मानतो. या वर्णनांत एकोणिसाव्या शतकांत लागलेल्या रसायनशास्त्रांतील शोधांचा सूचक असा अर्थ भरलेला आहे हें उघड आहे. अज्ञानयुगरूपी गर्तेच्या पलीकडील प्राचीन काळांत रसायनशास्त्रांतलि अगदीं अलीकडल्या शोधांशीं जुळणारी अशी विश्वोत्पत्तीबद्दलची उपपत्ति लावल्याबद्दल डिमॉक्रिटसची गणना पहिल्या प्रतीच्या विद्वानांत केली जावी हें रास्तच आहे. पण डिमॉक्रिटसचें महत्त्व गातांना, त्यानें केवळ ज्याच्या उपपत्तीचें जरा विस्तृत विवेचन केलें त्या मूळच्या तत्त्ववेत्त्याचें —ॲनॅक्सॅगोरसचें—विस्मरण होऊं देणें बाजवी नाहीं. ॲनॅक्सॅगोरस व डिमॉक्रिटस यांचा प्रत्यक्ष संबंध जोडून दाखवितां येण्यासारखा नाहीं; पण तात्त्विक विचारांच्या प्रगतीचा इतिहास ज्याला लिहावयाचा आहे त्याला वरील संबंध क्षणभरहि विसरतां येत नाहीं. केवळ शब्दांतील लपंडावीनें फसून जावयाचें नसेल, तर परमाणुवादाचा आद्यप्रवर्तक ॲनॅक्सॅगोरसच होय असें म्हणणें भाग आहे. ल्युसिपस व डिमॉक्रिटस हे त्या वादाचे केवळ दर्शनकार आहेत; आणि डाल्टन हा त्या वादाचा एकोणिसाव्या शतकांतलि संशोधक आहे. येणेंप्रमाणें कालदृष्ट्या पूर्वीचा जो ॲनॅक्सॅगोरस तोच तत्त्वज्ञानाच्या क्षेत्रांतहि अग्रेसर असून शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत अत्युच्च मर्यादेपर्यंत त्यानें आपल्या कल्पनाशक्तीनें भरारी मारलेली होती यांत शंका नाहीं.

ॲनॅक्सॅगोरस व डिमॉक्रिटस यांची शास्त्रीय संशोधक या दृष्टीनें तुलना.—या दोघां तत्त्ववेत्त्यांच्या जीवनचरित्रांचें परीक्षण केलें असतां जो निष्कर्ष निघतो तोच त्यांच्या तात्त्विक विचारांच्या परीक्षणानेंहि निघतो. ॲनॅक्सॅगोरस हा संशयवादी व प्रयोगावलंबी शास्त्रज्ञ असून भविष्यवादाला शोभणारी अशी कल्पनाशक्तीहि त्याच्या अंगीं होती. विशिष्ट उदाहरणांवरून सामान्य सिद्धान्त काढणें ही तर्कशास्त्रांतील आगमनपद्धतीच त्यानें अंगीकारलेली होती. या आगमनपद्धतीचें त्यानें पाऊलभरहि उल्लंघन केलेलें क्वचितच आढळेल. अस्सल शास्त्रीय संशोधकास शोभेल अशा रीतीनेंच त्यानें आपल्या मूलबीजांचे गुणधर्म आपणांस माहीत नाहींत असें स्पष्ट विधान केलें; कांहींतरी खोटेंच वर्णन केलें नाहीं. त्याचा मूळ सिद्धान्तच असा होता कीं, मूलबीजें दृष्टीला अगोचर असतात. त्यानें त्यांचें वर्णन करण्याचा प्रयत्न केला नाहीं हें शास्त्रीय दृष्टीच्या तत्त्ववेत्त्याला शोभणारेंच आहे. परंतु ही अडचण डिमॉक्रिटसनें न मानतां, त्याला ज्या गोष्टी प्रत्यक्ष दिसणें शक्य नव्हतें त्यांबद्दल नुसत्या कल्पना करीत बसण्यास त्यानें मागें पुढें पाहिलें नाहीं. परमाणूंनां विशिष्ट आकार व विशिष्ट घटना असते, इतकेंच नव्हे तर आपल्या भोंवतालच्या वातावरणांत अदृश्य भूतें संचार करीत असतात, असें केवळ कल्पनेच्या आधारावर पण ठाम मत त्यानें पुढें मांडिलें. या त्याच्या कल्पनांत तत्कालीन धर्मभोळेपणाच्या समजुती बऱ्याच प्रतिबिंबित झालेल्या आहेत पक्ष्यांचीं आंतडीं तपासून त्यांवरून शकुनापशकून सांगणारांवर सामान्य ग्रीक लोकांप्रमाणें त्याचाहि विश्वास होता. डिमॉक्रिटसच्या चरित्रांतील या इतस्ततः आढळणाऱ्या गोष्टींवरून त्याच्या मनोरचनेसंबंधानें अटकळ करण्यास बरीच मदत होते. व त्यांवरून, डिमॉक्रिटस हा ॲनॅक्सॅगोरसपेक्षां शुद्ध शास्त्रिय ज्ञानाचा भक्त या दृष्टीनें कमी योग्यतेचा होता, या वरील विधानास पुष्टी मिळते. तथापि, अशा प्रकारें एकमेकांची तुलना करीत व योग्यता ठरवीत बसणें निरुपयोगी आहे. कारण प्राचीन काळांतील तात्त्विक विचाराच्या वाढीच्या इतिहासावरून एक गोष्ट निश्चित होते कीं, ख्रि. पू. ५ व्या शतकांत मूलद्रव्याच्या घटनेसंबंधानें निश्चित कल्पना अत्यंत सूक्ष्म विचार करून पुढें मांडल्या गेल्या होत्या. यापुढील काळांत शास्त्रीय ज्ञानाच्या निदान एका क्षेत्रांत तरी प्रगतीचा मार्ग खुंटला, व येथून पुढें डाल्टनच्या काळापर्यंत एक पाऊलहि पुढें पडलेलें दिसत नाहीं.

याच काळांतलि वैज्ञानिक इतिहासाचा भाग म्हटला म्हणजे हिपॉक्राटेझचें व ग्रीकांचें वैद्यकज्ञान हा होय. याचें विवेचन वैद्यकाच्या इतिहासाबरोबर करूं.

अथेन्स येथील साक्रेटिसनंतरचें शास्त्रीय ज्ञान.— आतांपावेतोंच्या हकीगतीवरून एक गोष्ट उघड दिसून

येते कीं, जुन्या शास्त्रज्ञांनीं कोणताहि एक विषय घेऊन त्यांत प्रावीण्य संपादन करण्याचा कधींच प्रयत्न केला नव्हता. वास्तविक पाहतां प्राचीन काळीं ज्ञानाचें मुळीं वर्गीकरणच झालेलें नव्हतें. तत्त्वज्ञानी म्हटला, कीं त्याला कोणत्याहि संशोधनक्षेत्रांत हात घालणें आपल्या आवांक्याबाहेर आहे असें वाटत नव्हतें. व म्हणून, आनॅक्सिमँडर, पायथॅगोरसचे अनुयायी किंवा ॲनॅक्सॅगोरस यांनीं विश्वाची रचना, प्राणी व मनुष्य यांची उत्पत्ति व विकास आणि द्रव्याचें स्वरूप यांसारख्या अगदीं भिन्नभिन्न विषयांतील प्रश्नांसंबंधीं आपआपल्या भिन्न उपपत्ती दिल्याचें आढळून आल्यास त्याबद्दल आश्चर्य वाटावयास नको. आज ह्या निरनिराळ्या ज्ञानांगांतील नुसती तावून सुलाखून सिद्ध झालेली माहितीच जरी घेतली, तरी ती इतकी प्रचंड झाली आहे कीं, त्या सर्वांत पारंगत होण्याचा प्रयत्न करण्यास एकहि माणूस धजणार नाहीं. परंतु मागील-ज्ञानाच्या सुरुवातीच्या काळांतील-गोष्ट निराळी होती. त्या काळीं निरीक्षणपद्धती अद्याप अप्रगल्भ अवस्थेंतून बाहेर पडल्या नव्हत्या. व एखादी वजनदार व्यक्ति असली, कीं तिच्या मागें जाण्यास भराभर वाटेल तेवढे अनुयायी मिळत. ह्या अनुयायांच्या मनास आपल्या गुरूचे सिद्धांत प्रयोगरूपी निकषग्रावाच्या कसास लावून पाहण्याचा विचार कधीं शिवत देखील नसे. शास्त्र म्हटलें म्हणजे तें निरीक्षण व मापन, होकायंत्र व कांटा याच्या आधारावर रचलेलें असलें पाहिजे हा महत्त्वाचा धडा हे लोक अद्याप शिकले नव्हते. ॲनॅक्सॅगोरससारख्या एखादद्दुसऱ्या पुरुषाच्या ध्यानांत ही गोष्ट थोडीबहुत आली होती, पण असे लोक एकंदरींत फार थोडे होते.

सॉक्रेटीस.—परंतु आतां एक क्षण असा आला कीं, पेरिक्लिअन संस्कृतीच्या प्रादुर्भावामुळें जगत्संस्कृतीचें केंद्र होऊन बसलेल्या ॲटिकामध्यें विचाराच्या ओघास एक अगदीं नवीनच दिशा लागणार होती. ज्या वर्षीं हिपॉक्राटेझचा व ॲब्डेरा येथें डिमॉक्रिटसचा जन्म झाला, त्याच वर्षी अथेन्स शहरीं दुसरा एक विख्यात पुरुष जन्मास आला. सॉक्रेटिस हें या पुरुषाचें नांव असून त्याचें लोकांत दांडगें वजन होतें. सॉक्रेटिसाचा सर्व जन्म अथेन्स शहरीं लोकांत मिसळून त्यांच्याशीं वादविवाद करण्यांत गेला. असें म्हणतात कीं, तो जो जो कोणी त्याचें बोलणें ऐकून घेण्यास तयार असेल, त्याच्या मनावर आपलीं नीतिविषयक मतें बिंबविण्याचा प्रयत्न करी. सरते शेवटीं अथेन्स शहरांतील लोकांची-किंवा वस्तुस्थितीस धरून बोलावयाचें म्हणजे तेथील मताधिकार असलेल्या लोकांतील अधिकांश माणसांची-त्याजवर खप्पा मर्जी झाली. त्याच्या भजनीं लागलेल्या माणसांत प्लेटोआदिकरून विख्यात लोक होते, पण ते देखील त्याचा लोकांच्या रोषापासून बचाव करूं शकले नाहींत. ह्या लोकांनीं त्याची सार्वजनिक रीत्या रीतसर चौकशी करून त्याला देहांत शिक्षा ठोठावली. त्याजवर तरुणांनां बिघडविण्याचा आरोप ठेवण्यांत आला होता. परंतु ग्रीक लोकांच्या कांहीं चालीरीतींसंबंधीं आज जी माहिती उपलब्ध आहे तिजवरून, उत्तरकालीन लोक ह्या आरोपाचा जो अर्थ करीत आले आहेत त्याहून वास्तविक अर्थ निराळा असला पाहिजे अशी शंका घेण्यास जागा आहे. आधुनिक लोकांच्या दृष्टीनें बीभत्स असणाऱ्या, व ग्रीक तत्त्वज्ञानाच्या अभ्यासकास तर भ्रष्टप्राय वाटणाऱ्या ह्या कल्पनेचा अधिक विचार करण्याची या ठिकाणीं आवश्यकता नाहीं; किंवा स्वमतार्थ आपल्या प्राणांचा यज्ञ करणाऱ्या ह्या तत्त्वज्ञाच्या मतांचेंहि आपणांस कांहीं प्रयोजन नाहीं. तत्त्वज्ञानाच्या इतिहासकाराच्या दृष्टीनें सॉक्रेटिस ही विचारांत क्रांति घडवून आणणारी व्यक्ति असली, तरी भौतिकशास्त्राच्या इतिहासांत त्यास विशेष महत्त्व नाहीं.

प्लेटो.—प्लेटोची देखील तीच स्थिति आहे. त्याचा जन्म अथेन्स येथील एका उमराव घराण्यांत झाला असून तो सॉक्रेटिसचा शिष्य होता. सॉक्रेटिसच्या मतांचा सार्वत्रिक प्रसार झाला, तो ह्या प्लेटोच्याच लेखांच्या व उपदेशांच्या द्वारें झाला. तत्त्वज्ञानाचे कांहीं अभ्यासक प्लेटो हा त्या काळांतील सर्वांत मोठा कल्पक व लेखक होता असें समजतात. तथापि भौतिक शास्त्राच्या अभ्यासकास प्लेटोची विचार करण्याची दृष्टि अशास्त्रीय होती ही गोष्ट सहज ध्यानांत येण्यासारखी आहे. विशेष सिद्धांतावरून सामान्य सिद्धांत काढण्यापेक्षां सामान्य सिद्धांतावरून विशेष सिद्धांत काढण्याकडेच प्लेटोचा कल दिसून येतो. प्लेटोनें सर्व प्रकारच्या विषयांवर लेख लिहिले असून त्याच्या कल्पना इतक्या चित्ताकर्षक भाषेंत मांडलेल्या होत्या कीं पुढील पिढ्यांनीं त्याचे लेख मोठ्या अधाशीपणानें वाचले व नकला करून त्यांचा सार्वत्रिक प्रसार केला. यामुळें इतर ग्रीक तत्त्वज्ञांच्या मतांसाठीं ज्याप्रमाणें आपणांस परंपरागत कथांवर अवलंबून रहावें लागतें, त्याप्रमाणें प्लेटोच्या बाबतींत रहावें लागत नाहीं. प्लेटोचे विचार आपणांस प्रत्यक्ष त्याजपासून कळतात. आतां ही गोष्ट खरी आहे कीं त्यानें आपल्या लेखांत नेहमीं संभाषणात्मक पद्धतीचा उपयोग केला असल्यामुळें त्याचें मत कोठें व्यक्त झालें आहे हें गोष्टीच्या रूपांत लिहिलेल्या लेखांवरून जितकें कळतें तितकें स्पष्ट कळत नाहीं. तथापि, तात्त्विक विवेचनांत जी कांहीं संदिग्धता अपरिहार्य असते ती वजा केली, तर एकंदरींत प्लेटोच्या मतांसंबंधीं आपणांस आज बरीच खात्रीलायक माहिती ठाऊक आहे.

विज्ञानेतिहासांत प्लेटोचें स्थान.—प्लेटोसंबंधीं आपणांस जें लक्षांत ठेवावयाचें तें हें कीं, भौतिकशास्त्रसंबंधांत जगास सांगण्यासारखें नवीन असें त्याजवळ कांहीं एक नव्हतें. विश्वाच्या रचनेसंबंधीं निश्चित अशीं त्याचीं कांहीं मतें नव्हतीं; सेंद्रिय प्राण्यांच्या उत्पत्तिविकासासंबंधाच्या त्याच्या कल्पनाहि अस्पष्टच होत्या; पदार्थविज्ञानांतील प्रश्नांवर त्याचे स्वतःचे म्हणून पृथक असे कोणतेच विचार नव्हते; किंवा द्रव्याच्या स्वरूपाविषयींहि त्याची स्वतःची अशी एखादि

उपपत्ति नव्हती. प्रत्यक्ष फलाच्या दृष्टीनें पाहतां हे सर्व विषय त्याच्या अभ्यासक्षेत्रांतून गळालेलेच होते. प्लेटो ज्यांना निसर्गजात कल्पना म्हणतो त्या वस्तुतः मनुष्यानें जगाच्या विकासावस्थेच्या सुरवातीच्या काळांत विशेषांपासून काढलेले सामान्य सिद्धांतच होत. परंतु प्लेटोला तसें वाटत नव्हतें. त्याच्या मतें, त्याच्या जीवासंबंधीं कल्पना किंवा नीतिविषयक आदर्श हेच सर्व अनुभवसिद्ध गोष्टींच्या मुळाशीं आहेत. निरीक्षणावरून सामान्य सिद्धांत काढले म्हणून त्यानें ॲनॅक्सगोरसवर टीका केली आहे. परंतु आज आपण अशी टीका म्हणजे एक मोठी स्तुतीच समजूं. ह्या टीकेमुळें तत्त्वज्ञानी असलेला शास्त्रज्ञ व भौतिक शास्त्राची केवळ पुसटशी कल्पना असलेला तत्त्वज्ञानी या दोहोंतील भेद व्यक्त होत आहे. प्लेटोला शास्त्रीय अन्वेषणाची किंमत कळत नाहीं असें नाहीं. त्यानें मिसरी व खाल्डी लोकांच्या ज्योतिःशास्त्रांतील अभ्यासाचा उल्लेख केला असून, हा अभ्यास ग्रीक लोक हातीं घेतील तर त्या शास्त्राची बरीच प्रगति होईल असें म्हटलें आहे. परंतु येथेंहि तो दुसऱ्यानें काय केलें हेंच सांगतो. आपण स्वतः काय करणार आहों याविषयीं कांहींच लिहीत नाहीं. त्याच्या लेखनांत भविष्यज्ञान्याला साजतील असे पुष्कळ उल्लेख आहेत, परंतु त्यांनींहि त्याच्या वेळच्या विद्वानांना शास्त्रीय संशोधनास उत्तेजन मिळाल्याचें मात्र मुळींच दिसत नाहीं.

स्वतः प्लेटोनें पुष्कळ व दूरदूरचा प्रवास केलेला होता. त्यानें इजिप्तमध्यें बरींच वर्षें राहून इजिप्शियन लोकांचें शास्त्रीय ज्ञान त्यांतील गूढ गूढ गोष्टींसुद्धां समजावून घेण्याचा फार प्रयत्न केला होता. ही आख्यायिका पुष्कळांना माहीत आहे. कित्येक असेंहि म्हणतात कीं, तेथें असतांना त्यानें जें भूमितीचें सामान्य ज्ञान मिळविलें, त्याचा पुढील आयुष्यांत त्यानें केलेल्या उपदेशांत जागोजाग परिणाम झालेला दिसतो. हें कांहींहि असलें तरी शास्त्रवाढीचा इतिहास कथन करणाऱ्याला प्लेटो हा आधुनिक अर्थाप्रमाणें शास्त्रज्ञ किंवा शास्त्रसंशोधक होता असें म्हणतां येत नाहीं; तर तो एका विद्यापीठाचा संस्थापक, नीत्युपदेशक, अतींद्रियज्ञानविषयक कल्पनावादी व मोठा समाजशास्त्रज्ञ होता एवढेंच काय तें म्हणतां येईल. जीवशास्त्रांतील ज्या भागाचा अतींद्रियज्ञान, नीतिशास्त्र व अर्थशास्त्र या विषयांशीं संबंध येतो, त्याच्याशीं आपल्या प्रस्तुत शास्त्रेतिहासकथनाचा कांहीं एक संबंध नाहीं; आणि रसायनशास्त्र, पदार्थविज्ञान, इत्यादि ज्या शास्त्रांच्या वाढीसंबंधानें आपलें येथें विवेचन चालू आहे, त्या शास्त्रांशीं प्लेटोचा त्याचा गुरु सॉक्रेटिस याच्या प्रमाणेंच अभावात्मक संबंध आहे.

आरिस्टॉटल.—(ख्रि. पू. ३८४—३२२).—परंतु यानंतरचा अथेन्स येथील तिसरा महान् उपदेशक जो अरिस्टॉटल, त्यासंबंधीं आपण पाहूं लागलों म्हणजे मात्र अगदीं निराळा प्रकार दृष्टीस पडतो. शास्त्रज्ञ या नात्यानें आरिस्टॉटलचें नांव व प्राकांचें शास्त्रीय ज्ञान हे दोन शब्द आरिस्टॉटलच्या मृत्यूनंतर सुमारें एक हजार वर्षें अन्योन्यवाचक होऊन बसले होते. यूरोपीय मध्ययुग म्हणून इतिहासांत ज्याला म्हणतात, त्या सर्व काळांत आरंभापासून अखेरपर्यंत सृष्टिज्ञानविषयक सर्व गूढ प्रश्नांसंबंधानें आरिस्टॉटलनें लिहून ठेविलेली माहिती व सिद्धांत अगदीं निर्णायक व सर्वतोपरी ग्राह्य असे मानण्यांत येत असत. इतकेंच काय, पण आरिस्टॉटलचे अनुयायी आरिस्टॉटलच्या वचनाला स्वतःला इंद्रियद्वारा प्रत्यक्ष होणाऱ्या ज्ञानापेक्षांहि अधिक मान देत असत. अलीकडील काळांतहि आपणांस असें दिसून येतें कीं, आरिस्टॉटलचे रूढ होऊन बसलेले सिद्धान्त जसजसे खोडून काढण्यांत आले तसतशी आधुनिक शास्त्रांची वाढ झपाट्यानें होऊं लागली. तथापि सतरा अठरा शतकें प्रचारांत असलेल्या समजुती एकदम नाहींशा होणें शक्य नसल्यामुळें प्राचीन काळांतील सर्व मोठमोठ्या व उत्तमोत्तम शास्त्रीय शोधांचा जनक आरिस्टॉटल हा होय, अशी समजूत आजमुद्धां बहुजन समाजांत कायम असल्याचें आढळून येतें. पण खरोखरच पाहिलें असतां वास्तविक स्थिति वरील समजुतीच्या अगदीं विरुद्ध आहे असें म्हटलें तर त्यांत अतिशयोक्ति होईल असें मुळींच वाटत नाहीं.

आरिस्टॉटलचा सृष्टिविज्ञान विषयावरील ग्रंथ.- आरिस्टॉटलनें आपल्या सृष्टिविज्ञान या विषयावरील ग्रंथांत निरानिराळ्या प्राण्यांविषयीं पुष्कळशी माहिति एकत्रित करून दिली असून तो ग्रंथ आज उपलब्ध असल्याकारणानें त्याच्या 'कर्त्याला प्राणिशास्त्राचा जनक' अशी पदवी देणें योग्य आहे असें सर्वसाधारण मत आहे खरें. तथापि यावरून कोणीं असें मात्र समजूं नये कीं, अरिस्टॉटलच्या उपरिनिर्दिष्ट ग्रंथांतील सर्व, किंवा निदान बराचसा भाग तरी अगदीं नवीन म्हणजे खुद्द आरिस्टॉटलनें मिळविलेल्या माहितीनें व त्यानें स्वतः काढलेल्या अनुमानांनीं भरलेला आहे. त्यांत केलेले प्राणिकोटींतील जातींचें वर्गीकरण आधुनिक शास्त्रांतील वर्गीकरणाशीं थोड्याफार अंशानें सुद्धां जमण्यासारखें नाहीं. पण तें कांहींहि असलें तरी सदरहू सृष्टिविज्ञानविषयक ग्रंथ लिहिण्याचें सर्व श्रेय मात्र आरिस्टॉटललाच आहे यांत शंका नाहीं. शिवाय शास्त्रीय ज्ञानांतील एक अत्यंत महत्त्वाचा सिद्धांत स्पष्टपणें पुढें मांडण्याचा मानहि आरिस्टॉटलला आहे हें कबूल केलें पाहिजे. तो सिद्धान्त म्हणजे पृथ्वीचा आकार वाटोळा आहे हा होय. हा सिद्धान्त मूळ इटालीमध्यें पायथॅगोरियन पंथांतील तत्त्ववेत्त्यांनीं काढला हें मागें दिलेंच आहे. ॲनॅक्सॅगोरस या तत्त्ववेत्त्याच्या वेळेपर्यंतहि ॲटिकामध्यें वरील सिद्धान्त लोकांनां माहीत झालेला नव्हता. परंतु त्यानंतर लोटलेल्या एका शतकांत वरील सिद्धान्त ग्रीक लोकांत पुष्कळच पसरला; व त्या कारणानेंच आरिस्टॉटलसारख्या पूर्णपणे पुराणमताभिमानी असलेल्या तत्त्ववेत्त्याला तो

ग्राह्य करावा लागला. त्यानें तो ग्राह्य केला इतकेंच नव्हे, तर तो अत्यंत स्पष्ट व असंदिग्ध शब्दांत प्रतिपादनहि केला.

पृथ्वीच्या आकारासंबंधीं आरिस्टॉटलचें विवेचन.–पृथ्वीच्या आकारासंबंधीं आरिस्टॉटलनें केलेलें विवेचन असें आहे." आतां पृथ्वीच्या आकारासंबंधानें सांगावयाचें तर तो वाटोळा असला पाहिजे हें उघड आहे. जर तो तसा नसता तर चंद्रग्रहण समयीं त्याचे जसे आकार दिसतात तसे दिसतेना! कारण एका महिन्याच्या अवधींत चंद्राच्या व्यंगीभूतभागाचा आकार अन्तर्गोल, बहिर्गोल व सरळ अशा तिन्ही प्रकारचा झालेला दिसतो, पण ग्रहणसमयीं मात्र चंद्र ग्रासला जात असतां किंवा त्याचें ग्रहण सुटत असतां, त्याचा आकार नेहमीं बहिर्गोल असाच दिसतो. आणि चंद्राला ग्रहण लागतें तें त्यावर पृथ्वीची छाया पडल्यानें लागतें. हें जर खरें आहे तर पृथ्वीचा बाह्य आकार वाटोळा असला पाहिजे हें उघड आहे. तसेंच आकाशांत दृश्यमान होणाऱ्या ताऱ्यांवरूनहि पृथ्वी वाटोळी असली पाहिजे हें अनुमानच दृढ होतें. शिवाय पृथ्वीचा एकंदर विस्तार फार मोठा असेल असें वाटत नाहीं. कारण आपण उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे थोडेंसें जरी गेलों, तरी लागलेंच क्षितिजाचें वर्तुळ निराळें बनून डोक्यावरील ताऱ्यांमध्यें बराच फेरफार झालेला दिसूं लागतो व उत्तरेकडे प्रवास करणाऱ्यास जे तारे दिसतात तेच सर्व दक्षिणेकडे प्रवास करणाऱ्याला दिसत नाहींत. कारण इजिप्तमध्यें किंवा सायप्रस बेटामध्यें असतांना जे तारे दिसतात ते उत्तरेकडील एखाद्या देशांत गेलें असतां दिसत नाहींत. यावरून पृथ्वीचा आकार वाटोळा असला पाहिजे व तिचा विस्तार फारसा मोठा नसला पाहिजे या दोन्ही गोष्टी सिद्ध होतात. नाहींतर थोडासा प्रवास केल्यानें आकाशांतील ताऱ्यांत एवढा ठळक फेरफार पडलेला दिसला नसता. आणि पृथ्वी विस्तारानें फारशी मोठी नसल्याकारणानें हर्क्यूलिसचे स्तंभ ज्या प्रदेशांत आहेत तेथून पुढील भूभागास लागून हिंदुस्थान देश असला पाहिजे, व सर्व समुद्रहि एकच असला पाहिजे, हीं विधानें जे कित्येक लोक करतात ते कांहीं अगदींच असंभवनीय बोलतात असें नाहीं. शिवाय पृथ्वीवरील अत्यंत दूर असलेल्या दोन प्रदेशांतील सुद्धां हत्ती सारख्याच जातीचे असल्याचें आढळून आलेलें असल्यामुळें त्यांचा परस्पर संबंध असला पाहिजे हें उघड आहे; व त्यावरूनहि पृथ्वीच्या परिघाची लांबी गणितानें ठरविली आहे, ते ती चार लक्ष (४,००,०००) स्टेडिया इतकी आहे असें म्हणतात. यावरूनहि पृथ्वी वाटोळी असली पाहिजे व ती इतर ताऱ्यांच्या मानानें फारशी मोठी नसली पाहिजे, या दोन्ही गोष्टी ठाम ठरतात हें कोणालाहि सहज दिसून येईल.

भूभ्रमणाच्या सिद्धान्तास आरिस्टॉटलचा विरोध.—याप्रमाणें पृथ्वीचा आकार वाटोळाच आहे असें निःसंशय प्रस्थापित केल्याबद्दल आरिस्टॉटलची स्तुति करणें जरूर आहे; तथापि त्याच्या बरोबरच दुसरी एक खेदाची गोष्ट येथें नमूद केली पाहिजे ती ही कीं, हा पुराणमताभिमानी तत्ववेत्ता वरील सिद्धान्त प्रस्थापित करून तेथेंच थांबला. त्याच्या पुढील दुसरा महत्वाचा सिद्धान्त त्यानें मान्य केला नाहीं. तो सिद्धान्त पृथ्वीच्या गतीसंबंधाचा होय. हा सिद्धान्तहि पायथॅगोरियन पंथाच्या तत्ववेत्त्यांनीं तत्पूर्वीच मान्य केलेला होता. पण आरिस्टॉटलनें त्याला आपल्या ग्रंथांत संमति दिली नाहीं, इतकेंच नव्हे तर त्याबद्दल विरुद्ध मत दिलें. त्यामुळेंच पृथ्वीच्या गतीसंबंधाचा सिद्धान्त पुढें कित्येक शतकें मान्य होऊं शकला नाहीं, असें कित्येकांचें म्हणणें आहे. पृथ्वी वाटोळी आहे हा सिद्धांत आरिस्टॉटलनें मान्य केल्याबरोबर तो पुढील काळांतील पिढ्यांत सर्वसमंत होऊन बसला व तिच्या गतीसंबंधाचा सिद्धान्त केवळ आरिस्टॉटलच्या विरोधामुळें पुढें सुमारें एक हजार वर्षेंपर्यंत कोपऱ्यांत धूळ खात पडला. हा परिणाम जर खरोखर या प्रमाणें केवळ आरिस्टॉटलच्या वजनाचा असेल, तर या पेरिपाटेटिक पंथाच्या बड्या विद्वान् संस्थापकानें एकंदरीनें खगोलशास्त्राच्या वाढीला जितका अडथळा केला तितका पृथ्वीच्या पाठीवर दुसऱ्या कोणत्याहि विद्वानानें केलेला नाहीं असें म्हणणें प्राप्त होतें.

आरिस्टॉटलची प्राणिशास्त्रांतील कामगिरी.—आरिस्टॉटलला जर शास्त्रीय ज्ञानाच्या एखाद्या क्षेत्रांतील बडा मार्गदर्शक म्हणून मान देणें जरूर असेल, तर तें प्राणिशास्त्राचें क्षेत्र होय. सृष्टिविज्ञान शास्त्रासंबंधानें त्यानें जे ग्रंथ लिहिलेले आहेत त्यांपैकीं बहुतेक आपणांस आज उपलब्ध आहेत. प्राचीन काळांतील सदरहू शास्त्रासंबंधाचे जे कांहीं ग्रंथ आज आपणांस पाहावयास मिळतात, त्यांत अत्यंत महत्त्वाचे म्हणजे आरिस्टॉटलचे ग्रंथच होत. त्या ग्रंथांवरून आपणांस असें दिसून येतें कीं, प्राणिकोटीसंबंधानें आरिस्टॉटलनें खरोखरच अत्यंत विस्तृत माहिती पैदा केलेली होती; व त्याहूनहि अधिक महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे त्या माहितीच्या आधारें त्यानें प्राण्यांचें वर्गीकरण करण्याचाहि प्रयत्न केला होता. प्राणिशास्त्राचा आद्यजनक म्हणून जो त्याला मान मिळूं लागला तो यामुळेंच होय. पुढें मध्ययुगांत त्यानें केलेलें वर्गीकरणच सर्वत्र ग्राह्य होऊन त्याचा अभ्यास होऊं लागला. इतकेंच नव्हे, तर एकोणिसाव्या शतकांत क्युव्हिआचें वर्गीकरण शास्त्रज्ञसंमत होईपर्यंत आरिस्टॉटलचेंच वर्गीकरण प्रचारांत होतें. हें खरें असलें तरी आरिस्टॉटलनें केलेली प्राण्यांची वर्गवारी त्यानें स्वतःच सर्व ठरविली होती असें मात्र नाहीं. त्यांपैकीं कित्येक वर्ग तर इतके स्पष्ट व उघड उघड दिसणारे होते कीं, ते आरिस्टॉटलपूर्वीच्या विद्वानांच्या अवलोकनांतून सुटणें शक्यच नव्हतें. उदाहरणार्थ, पक्षी व मासे या दोन प्रकारच्या प्राण्यांमधील फरक इतका उघड आहे कीं तो लहान

मुलांच्या किंवा अगदीं रानटी मनुष्याच्याहि लक्षांत आल्यावांचून राहणार नाहीं.

त्यानें केलेलें प्राण्यांचें वर्गीकरण, रुधिरयुक्त व रुधिरहीन प्राणी.—तथापि आरिस्टॉटलनें ह्यापेक्षां अधिक सूक्ष्म भेदावरून वर्गीकरण केलेलें आहे. प्रथमारंभींच त्यानें एकंदर प्राणिकोटीचे रुधिरयुक्त व रुधिरहीन प्राणी असे वर्ग पाडले आहेत. आरिस्टॉटलच्या वर्गीकरणाची ही कल्पना फारच विस्तृत व तत्त्वयुक्त आहे यांत शंका नाहीं. तथापि हें वर्गीकरण आधुनिक शास्त्रज्ञ मान्य करीत नाहींत; कारण रक्तहीन असे जे बारीक जीवजंतू दिसतात त्यांच्याहि शरीरांत रक्त करितें तींच कार्यें करणारीं रंगविहिन अशीं पातळ द्रव्यें असतात. या कारणास्तव आरिस्टॉटलचें उपर्युक्त वर्गीकरण हल्लींचे शास्त्रज्ञ मान्य करीत नाहींत. तथापि लामार्कनें केलेले व आतां सर्वमान्य होऊन बसलेले सपृष्ठवंश व अपृष्ठवंश असे प्राण्यांचे वर्ग आरिस्टॉटलनेंहि पाडलेले होते. आरिस्टॉटलनें आपलें वर्गीकरण रक्तासंबंधींची चिकित्सा करून ठरविलें होतें. आणि लामार्कनें शरीरांतील हाडांच्या सांपळ्याची पाहणी करून वर्ग पाडलेले आहेत. इतक्या भिन्न दृष्टींनीं या दोघां शास्त्रज्ञांनीं वर्गीकरण केलेलें असूनहि दोघांचे अखेर निर्णय सारखेच झाले आहेत. या गोष्टीवरुन प्राण्यांच्या शरीरांतील निरनिराळ्या भागांमध्यें समधर्मत्व असतें, असा आधुनिक शास्त्रज्ञांनीं जो नियम काढला आहे त्याला पुष्टी मिळते.

रुधिरयुक्त प्राण्यांचें पोटवर्गीकरण.—आरिस्टॉटलनें रुधिरयुक्त प्राण्यांचें पुढीलप्रमाणें पांच पोटवर्ग केले आहेत. (१) ज्यांचीं पिल्लें उर्फ बालकें सजीवावस्थेंतच उदरांतून बाहेर येतात असले चार पाय असलेले प्राणी; (२) पक्षी; (३) अंडीं घालणारे चार पाय असलेले प्राणी (यांत सर्प वगैरे सरपटणारे प्राणी आणि उभयचर म्ह० जलस्थलचर प्राणी येतात); (४) व्हेल व त्याच्या सारख्या इतर जातींचे प्राणी आणि (५) साधे मासे. हे आरिस्टॉटलनें पाडलेले वर्ग अलीकडील (१) सस्तन प्राणी, (२) पक्षी, (३) सरीसृप उर्फ सरपटणारे प्राणी, (४) उभयचर प्राणी आणि (५) मासे, या पांच वर्गांहून फारसे भिन्न नाहींत. मासे, व देवमासा [व्हेल] गाधामासा, डॉलफिन वगैरे माशासारखे प्राणी यांच्या मधला अत्यंत महत्त्वाचा पण सूक्ष्म फरकहि आरिस्टॉटलच्या लक्षांत आलेला होता. यावरून आरिस्टॉटलचें प्राणिशास्त्रविषयक ज्ञान अपुरें व उथळ नव्हतें असें सिद्ध होतें. देवमासा, डालफिन वगैरे प्राणी फुप्फुसांच्या द्वारें श्वासोच्छ्वास करतात व ते साध्या माशाप्रमाणें अंडीं न घालतां सजीव स्थितींत बालकांनां जन्म देतात ह्या गोष्टी आरिस्टॉटलला माहीत होत्या. याप्रमाणें या देवमासा वगैरे प्राण्यांच्या वर्गांचे पहिल्या वर्गांतील प्राण्यांशीं साम्य आहे, ही गोष्टहि त्याच्या लक्षांत आलेली होती; परंतु हें साम्य दोन्ही वर्ग एकच मानण्याइतकें निकट आहे, हें मात्र त्याला समजलें नव्हतें.

रुधिरहीन प्राण्यांचें पोटवर्गीकरण.—रुधिरहीन प्राण्यांचेहि आरिस्टॉटलनें पुढीलप्रमाणें पांच वर्ग केले होते. [१] सेफालोपोडा [आक्टोपस, कटलफिश इत्यादि]; [२] कच्च्या कवचीचे प्राणी [खेंकडा वगैरे]; [३] किडे व त्याच जातीचे प्राणी [यांत कोळी व शतपद किडे, ज्यांचा आधुनिक शास्त्रज्ञ पृथकच वर्ग करतात ते येतात]; [४] कठिण कवचीचे प्राणी [कृमिशुक्ति, गोगलगाय, क्लॅम वगैरे]; आणि [५] समुद्रांतील स्टार-फिश, सी-र्युचिन व इतर, वनस्पतिवर्ग व प्राणिवर्ग या दोहोंस दुव्याप्रमाणें असलेले प्राणी. हें क्षुद्र जीवजंतूंसंबंधानें वर्गीकरण आरिस्टॉटलच्या वेळेपासून प्रचारांत होतें. तें पुढें कुव्हिआच्या नव्या वर्गीकरणामुळें मागें पडलें. कुव्हिआनें आर्टिक्युलेट्स म्ह० वलयाकार खंड असलेले प्राणी, मोलस्क्स म्ह० मृदुशरीरी प्राणी व रेडिएट्स म्ह० उभ्या अक्षाभोंवतीं समप्रमाण अवयव असलेले अपृष्ठवंश प्राणी असे तीन वर्ग पाडले. पण पुढें १९ व्या शतकांत या वर्गीकरणांतहि कांहीं फेरफार करण्यांत आले.

वनस्पतिशास्त्राचा जनक थिओफ्रॅस्टस.—याप्रमाणें आरिस्टॉटलनें प्राणिकोटीसंबंधानें संशोधन व वर्गीकरण करून एक मोठी कामगिरी बजाविली; व प्राणिशास्त्राचा मूळ पाया घातला. त्याचेंच अनुकरण करून आरिस्टॉटलचा एक शिष्य थिओफ्रॅस्टस यानें वनस्पतिकोटीचें संशोधन व वर्गीकरण केलें. तथापि थिओफ्रॅस्टस वर्गीकरण करण्याच्या कामांत आपल्या गुरुइतका वाकबगार असल्याचें दिसत नाहीं. त्यानें लिहिलेल्या नॅचरल हिस्टरी ऑफ डेव्हलपमेंट [सृष्ट पदार्थांच्या अभिवृद्धीचा इतिहास] या नांवाच्या वनस्पतिशास्त्रावरील ग्रंथांत तात्त्विक विवेचनाकडे फारच थोडें लक्ष दिलेलें आहे. या ग्रंथांत लोणारी कोळसा, डांबर, राळ वगैरे साधे जिन्नस तयार करण्याच्या कृती दिलेल्या आहेत; तसेंच त्यांत निरनिराळ्या वनस्पतींचे अन्न किंवा औषध म्हणून प्राण्यांच्या शरीरावर काय व कसे परिणाम होतात वगैरे व्यावहारिक गोष्टींचें वर्णनच पुष्कळ आहे. अशा कारणामुळें थिओफ्रॅस्टसचा ग्रंथ सुप्रसिद्ध रोमन ग्रंथकार प्लिनी याच्या सृष्टिविज्ञान विषयावरील ग्रंथासारखाच पुष्कळ अंशीं झाला आहे. तथापि थिओफ्रॅस्टसचा ग्रंथ कसाहि असला, तरी तो एकंदरींत प्राचीन काळांत वनस्पतिशास्त्रावरील अत्यंत महत्त्वाचा ग्रंथ समजला जात होता, व त्या ग्रंथामुळेंच त्याच्या कर्त्याला 'वनस्पति शास्त्राचा जनक' अशी पदवी देण्यांत आलेली आहे. शिवाय, याच ग्रंथांत थिओफ्रॅस्टसनें खनिज पदार्थांचीहि माहिती वर वर्णन केलेल्या पद्धतीनेंच दिली आहे, व त्यामुळें प्राचीन काळच्या या ग्रंथाला मोठें महत्त्व प्राप्त झालेलें आहे.

अलेक्झांड्रियन अथवा हेलेनिस्टिक काळांतील ग्रीकांचें शास्त्रीय ज्ञान.—प्राचीन काळांतील ज्ञानाच्या

वृद्धीच्या दृष्टीनें अत्यंत महत्त्वाच्या अशा कालविभागासंबंधानें आतां लिहावयाचें आहे. आतांपर्यंत अथेन्स शहर हें जगांतील शास्त्रीय ज्ञानाचें केंद्रस्थान म्हणून गणलें जात होतें. आरिस्टॉटल व त्याचा शिष्य थिओफ्रेस्टस हे मरण पावल्यानंतरहि अथेन्सनें आपला पूर्वार्जित लौकिक कायम ठेवला होता, व त्यामुळें ग्रीक संस्कृतीच्या इतिहासांत त्या शहरचें महत्त्व अनुपेक्षणीय आहे हें खरें. तथापि यापुढें ग्रीस देशांत कोणीहि विशेष सुप्रसिद्ध असा शास्त्रज्ञ जन्मास आला नाहीं किंवा त्या देशांतील शहरांत असला एखादा शास्त्रज्ञ कायमचें वास्तव्य करूनहि राहिलेला नाहीं. एखाद्या आकस्मिक जलप्रलयांत सांपडल्याप्रमाणें अथेन्स शहरचें महत्त्व एकाएकीं कमी होऊन भूमध्यसमुद्राच्या परतीरावरील एक शहर सर्व बौद्धिक चळवळींचें केंद्रस्थान बनलें. हें शहर म्हणजे अलेक्झांडर बादशहा इजिप्त देशांत गेला तेव्हां त्यानें वसविलेलें अलेक्झांड्रिया शहर होय. या सुप्रसिद्ध मॅसिडोनियन बादशहाच्या साम्राज्याची जेव्हां पुढें त्याच्या सेनानींत वांटणी झाली तेव्हां टालेमि सोटर यानें या शहरास आपल्या इजिप्तकडील राज्याची राजधानी केली. अलेक्झांडर यानें पूर्वेकडील देशावर स्वारी केली त्या वेळीं टॉलेमी त्याच्या बरोबर होता; आणि शेवटीं बाबिलोनियामध्यें अलेक्झांडर मरण पावला तेव्हांहि तो तेथें होता. त्यामुळें बाबिलोनियन लोकांच्या संस्कृतीविषयींची टालेमीला प्रत्यक्ष माहिती झालेली होती. या गोष्टीचा टालेमीच्या पुढील चरित्रक्रमावर व टॉलेमीच्या मार्फत पाश्चात्त्य म्हणजे यूरोपीय देशांत जी नवी संस्कृति निर्माण झाली, तिच्यावर अत्यंत मोठा परिणाम झाला. अलेक्झांड्रिया येथील संस्कृतीचें जनकत्व जितकें ग्रीसमधील संस्कृतीकडे आहे तितकेंच बाबिलोनियांतील संस्कृतीकडेहि आहे. टॉलेमीनें आपल्या राजधानींत बाबिलोनियांतल्या नमुन्यावर एक मोठें संग्रहालय बांधिलें आणि मोठा ग्रंथसंग्रह जमविण्यास सुरुवात केली. असें सांगतात कीं, टॉलेमीनें आपल्याच आयुष्यांत वरील ग्रंथसंग्रहांत दोन लाख हस्तलिखित ग्रंथ जमा केले होते. शिवाय, त्यानें अनेक विद्वानांनां आपल्या आश्रयास ठेवून शास्त्रीय ज्ञान शिकविण्याकरितां एक विद्यालयहि स्थापन केलें. अशा रीतीनें लवकरच अलेक्झांड्रिया शहर एकंदर जगांतील विद्येचें माहेरघर होऊन बसलें.

भौतिकशास्त्रांतील शोधांस चालना.—अथेन्स शहर आपल्या वैभवाच्या अगदीं शिखरावर होतें तेव्हांहि वरील प्रकारच्या संस्था तेथें नव्हत्या. आरिस्टाटलसारख्या कित्येक विद्वान् गृहस्थांच्या घरीं स्वतःचें खाजगी ग्रंथभांडार असे; पण सर्व अथेन्स शहरांत सार्वजनिक असा एकहि ग्रंथसंग्रह नव्हता. इतकेंच नव्हे, तर अखिल ग्रीक साम्राज्यांतहि कोठें अलॅक्झांड्रियांतल्यासारखा ग्रंथसंग्रह नव्हता. अशा प्रकारचे ग्रंथसंग्रह प्राचीन काळीं बाबिलोनियामध्यें हजारोंवर्षांपूर्वीपासून स्थापन झालेले होते ही गोष्ट आतां सर्वश्रुत झाली आहे. टॉलेमीच्या काळांत हा जो नवा उपक्रम ग्रीक लोकांकडून करण्यांत आला त्याची कल्पना बाबिलोनियामधूनच आलेली होती यांत शंका नाहीं. असला उपक्रम प्रत्यक्ष करण्याचें श्रेय टॉलेमीला मिळालें तें त्याच्या पूर्ववयांतल्या बाबिलोनियामधील प्रवासामुळेंच होय. अलेक्झांडर यानें जग जिंकण्याकरितां दूरदूरच्या देशांत आश्चर्यचकित करून सोडण्यासारख्या ज्या कित्येक स्वाऱ्या केल्या त्यांच्या योगानें ग्रीक लोकांचें भूगोलविषयक ज्ञान पुष्कळच वाढलें आणि सर्वच व्यवसायांतील लोकांच्या कल्पनाशक्तीला विलक्षण चालन मिळालें. याचा परिणाम साहजिकच असा झाला कीं, भूगोलशास्त्र व त्याच्याशीं निकट संबंध असलेलें ज्योतिषशास्त्र या शास्त्रांकडे प्रस्तुत कालविभागांत विद्वानांचें विशेष लक्ष वेधलें गेलें; आणि तत्पूर्वी पृथ्वीवरील कोणत्याहि ठिकाणीं कधीं उत्पन्न झाले नव्हते इतके आकाशस्थ ग्रहांचे वेध घेणारे व पृथ्वीची लांबीरुंदी मोजण्याचा प्रयत्न करणारे अनेक विद्वान् शास्त्रज्ञ अलेक्झांड्रिया शहरांत या सुमारास एकाएकीं दिसूं लागले. या सर्व विद्वानांच्या मतीचा भर त्या वेळीं यंत्रशास्त्रावर होता. जणूं काय मागील शतकांतल्या सर्व विद्वान् तत्त्ववेत्यांचें लक्ष सृष्ट्युत्पत्ति, ईश्वर वगैरे गूढ गोष्टींमध्यें लागून राहिलें होतें, त्याचा कंटाळा येऊन आतां या कालविभागांतील विद्वानांनीं त्या दिशेकडून पूर्णपणें दुसरीकडे तोंड फिरविलें व सृष्टींतील यांत्रिक कोडीं उकलण्याकडे आपलें सर्व लक्ष लाविलें. या जगांत आहे काय व पुढें त्याचें होणार काय किंवा जीव म्हणजे काय व मरणोत्तर काय स्थिति होते असल्या प्रश्नांनीं आपल्या मेंदूस शीण द्यावयाचा नाहीं असें एतत्कालीन विद्वानांनीं ठरविलें. अतींद्रियज्ञानविषयक गोष्टींसंबंधानें डोकेफोड करण्याचें सोडून त्यांनीं तात्त्विक विचारांनां इंद्रियप्रत्ययाची कसोटी लावून खऱ्याखोट्याचा निर्णय करण्याचें काम हातीं घेतलें. या कारणामुळें अलेक्झांड्रियांतील विद्वानांत बरेचसे भूमितिशास्त्रज्ञ निघाले, व त्यांच्या ज्ञानाचा उपयोग एकीकडे यांत्रिक साधनें निर्माण करण्याच्या कामीं व दुसरीकडे खगोलीय रचनेची उपपत्ति बसविण्याच्या कामीं करण्यांत येऊं लागला.

शास्त्राभ्यासाचीं दुसरीं केन्द्रस्थानें.—शास्त्रीय ज्ञानांत भर घालणारे व अनेक चमत्कारिक प्रयोग करणारे हे सर्व विद्वान् अलेक्झांड्रिया शहरांतच रहात होते असें जरी नाहीं, तरी त्या सर्वांवर अलेक्झांड्रियांतील परिस्थितीचा परिणाम होत होता यांत शंका नाहीं. पुढील वर्णनावरून असें दिसून येईल कीं, याच वेळीं आणखी दोन शहरेंहि विद्वत्तेचीं केंद्रस्थानें म्हणून प्रसिद्धीस आलीं होतीं. त्यांपैकीं एक पश्चिमेकडील ग्रीसच्या प्रदेशाच्या मर्यादेनजीक असलेल्या सिसिलि बेटामध्यें होतें, व दुसरें पायथॅगोरस ह्या तत्त्ववेत्त्याच्या जन्मामुळें प्रसिद्धीस आलेल्या आशियामायनर मधील सॅमॉस बेटांत होतें. मागें अथेन्सच्या भरभराटीच्या काळांत ज्याप्रमाणें दूरदूरच्या

वसाहतींतील विद्वान् लोक ग्रीक साम्राज्याच्या राजधानींत येऊन रहात असत, त्याप्रमाणें या कालविभागांत सर्व विद्वानांची दृष्टि अलेक्झांड्रिया शहराकडे वळलेली होती. या सुमारास दळणवळणाचीं साधनेंहि इतकीं सुलभ व सुकर झालेलीं होतीं कीं, एका भागांतील विद्वानांनीं लावलेले शास्त्रीय शोध इतर दूरदूरच्या भागांतील विद्वानांनां पूर्वीं कधींहि शक्य नव्हतें इतक्या अल्प काळांत माहीत होत असत. उदाहरणार्थ सॅमॉस बेटांत रहाणाऱ्या ॲरिस्टार्कस या विद्वानाचे शोध दूरवर सिसिलि बेटांत राहणाऱ्या आर्किमेडीझला निःसंदिग्धपणें माहीत होते. फार तर काय, ॲरिस्टार्कसचा एक अत्यंत महत्त्वाचा शोध आर्किमीडीझच्या ग्रंथांत सहज नमूद केला गेला असल्यामुळेंच तो आपणांस आज माहीत होत आहे. या एकाच गोष्टीवरून असें स्पष्ट दिसून येईल कीं, प्रस्तुत विषयीभूत असलेल्या कालविभागांत निरनिराळ्या प्रांतांतील दळणवळणाचीं साधनें फार उत्तम होतीं व त्यामुळें सर्व तत्कालीन विद्वानांच्या विचाराला एक विशिष्ट वळण लागलेलें दिसून येतें. पूर्वीं ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांपैकीं निरनिराळ्या पंथांतील विद्वान् एकमेकांपासून अलग रहात असत व त्यांनां एकमेकांच्या मतांचा पत्ताहि लागत नसे. त्याप्रमाणें या आलेक्झांड्रियन काळांत स्थिति नव्हती. शास्त्रज्ञ मंडळींचे सर्व नाट्यप्रयोग एकाच रंगभूमीवर दाखविले जात होते आणि म्हणून आलेक्झांड्रियामागून सिराक्यूसमधील देखावा दाखविला, व त्याच्यामागून सॅमॉसमधील देखावा दाखविला तरी त्यायोगानें संविधानकांतील एकसूत्रपिणांत यत्किंचितहि बिघाड होत नाहीं.

अलेक्झांड्रियन काल या अभिधानाची युक्तायुक्तता.—या काळांतील सर्वच विद्वान् अलेक्झांड्रियाचे रहिवाशी नव्हते हें खरें आहे; तथापि या कालविभागाला अलेक्झांड्रियन काल असें यथार्थपणें नामाभिधान देतां येण्यासारखें आहे. ख्रि. पू. ३ ऱ्या शतकांतच नव्हे तर त्यानंतरहि ओळीनें चार शतकें अलेक्झांडर व टॉलेमी यांचा संबंध असलेलें हें अलेक्झांड्रिया शहर एकंदर भूपृष्ठावरील उच्च संस्कृतीचें केंद्रस्थान म्हणून गणलें जात होतें. याच काळांत रोम शहर आपल्या प्राचीन वैभवाच्या शिखरास पोहोंचून त्याच्या अधोगतीस सुरुवात झाली; पण इजिप्तमधील उपरिनिर्दिष्ट शहरांतील महत्तम विद्वत्तेवर या एकंदर काळांत रोमला केव्हांहि सरशी करतां आली नाहीं. पुढें येणाऱ्या हकीकतीवरून आपणांस असें दिसून येईल कीं, ज्ञानाच्या बाबतींतील अलेक्झांड्रियाच्या या मोठेपणाचा परिणाम पुढें मुसुलमान लोकांनीं तें शहर जिंकलें त्या वेळीं त्यांच्यावरहि झाला; आणि पुढें शेवटीं जेव्हां अलेक्झांड्रियाचें महत्त्व नष्ट झालें तेव्हां पुष्कळ अंशीं त्याची जागा ग्रीक लोकांचें तदनंतरचे सुप्रसिद्ध शहर बिझॅन्शिअम उर्फ कान्स्टांटिनोपल यानें भरून काढली. तथापि सरस्वतीचें हें स्थलान्तर अलेक्झांड्रियानें विद्वत्तेचें वैभव भरपूर कालपर्यंत उपभोगिल्यानंतरच झालें. इतका कालपर्यंत बाबिलोन शहर सोडून दिल्यास प्राचीन काळाच्या दुसऱ्या कोणत्याहि शहराकडे विद्वत्तेच्या बाबतींत अग्रपूजेचा मान नव्हता.

युक्लिड (अजमासें ख्रि. पू. ३००).—आतां प्रथम आपण, पहिल्या टॉलेमीच्या कारकीर्दींतच ज्या शास्त्राच्या आश्चर्यकारक वाढीस सुरुवात झाली आणि ज्या शास्त्रांतील अनेक संशोधक व विद्वान अलेक्झांड्रियन काळांतल्या पहिल्याच शतकांत चमकूं लागले त्या शास्त्राच्या इतिहासाकडे वळूं. या शास्त्रांतील आरंभींच्या प्रमुख विद्वानांत जो विद्वन्मणि होऊन गेला त्याचें नांव तर तेव्हांपासून सतत घरोंघर मुलाबाळांच्याहि तोंडीं होऊन बसलें आहे. हा पुरुष म्हणजे युक्लिड होय. हाच सुव्यवस्थित भूमितिशास्त्राचा जनक होता. या अलौकिक विद्वानाच्या खाजगी चरित्रक्रमासंबंधानें दन्तकथात्मक माहिती सुद्धां आज फारशी उपलब्ध नाहीं. पण याचा सुप्रसिद्ध ग्रंथ मात्र साग्र आपणांपर्यंत परंपरेनें चालत आलेला आहे. भूमितिशास्त्राचीं मूलतत्त्वें या ग्रंथाशीं युक्लिडच्या नांवाचा अविभक्तपणें संबंध आहे हें शाळेंतील प्रत्येक विद्यार्थ्यास माहीत आहे; आणि या आपल्या ग्रंथांत युक्लिडनें भूमितिशास्त्रांतील मुख्यमुख्य सिद्धान्त इतक्या सोप्या व तर्कशुद्ध रीतीनें मांडलेले आहेत कीं, तेव्हांपासून आज जवळजवळ दोन हजार वर्षें, तो शाळांमध्यें क्रमिक पुस्तक म्हणून शिकविण्यांत येत आहे. अलीकडे अलीकडे त्याच्या ऐवजीं दुसऱ्या लेखकांचीं भूमितीवरील पुस्तकें नेमण्यांत येऊं लागलीं आहेत, तरी १८९० पर्यंत युक्लिडपेक्षां अधिक चांगलें पुस्तक भूमितिशास्त्रावर होणें जरूर आहे अशी जाणीव मोठमोठ्या गणितज्ञांमध्येंहि उत्पन्न झालेली नव्हती. युक्लिडच्या पुस्तकांत अर्थात् त्यानें स्वतः शोधून काढलेले सिद्धान्त दिलेले असून शिवाय त्याच्यापूर्वीं इतरांनीं ठरविलेले सिद्धांतहि दिलेले आहेत. यांपैकीं जे कित्येक महत्त्वाचे सिद्धान्त पूर्वींच थेल्सनें तयार करून ठेविलेले होते त्यांचा उल्लेख मागें (पृ.२३४) आलाच आहे. शिवाय पायथॅगोरसनेंहि एक सिद्धान्त प्रस्थापित केलेला होता. भूमितिशास्त्राच्या श्रीगणेशाला तर बऱ्याच जुन्या अशा इजिप्तमधलि प्राचीन संस्कृतीच्या काळींच सुरुवात झालेली होती. तेव्हां पूर्वींचें ज्ञान किती व त्या पूर्वींच्या ज्ञानांत युक्लिडनें खुद्द स्वतःच्या शोधांनीं किती नव्या सिद्धान्तांची भर घातली, हें आज नक्की ठरवितां येण्यासारखें नाहीं. कदाचित् स्वतः नवे सिद्धान्त फारसे शोधून न काढतां फक्त इतरांचें सर्व ज्ञान एकत्र करून त्याचा प्रसार करण्याचेंच काम युक्लिडनें केलें असावें. हें खरें असलें तरी भूमितिशास्त्राचा एक मोठा गुरु या नात्यानें त्याची कीर्ति अजरामर राहील. त्यानें एके प्रसंगीं एक लहानसें पण अर्थपूर्ण वाक्य उच्चारलें होतें, तें देखील त्याचें नांव चिरस्मरणीय करण्यास पुरेसें आहे. एकदां टॉलेमी राजानें त्याला विचारिलें कीं, भूमितीचीं मूलतत्त्वें हें पुस्तक अधिक सोपें करून लिहितां येण्यासारखें आहे कीं नाहीं ? तेव्हां त्या-

वर युक्लिडनें स्पष्ट उत्तर दिलें: "भूमितिशास्त्र शिकण्याला राजमार्ग मिळणें शक्य नाहीं." कदाचित् हें वाक्य युक्लिडच्या नांवावर खोटेंच विकलें जात असेल; तथापि या वाक्याचा खरा जनक जो कोणी असेल त्याचें सर्व जग खास ऋणी आहे.

हिरॉफिलस व एरासिस्ट्रेटस यांचे शारीर शास्त्रांतील शोध.—टॉलेमी हा हरएक प्रकारच्या ज्ञानाचा चहाता असल्यामुळें त्यानें भौतिक शास्त्रांप्रमाणें प्राणिशास्त्राच्या वाढीलाहि उत्तेजन दिलें होतें. विशेषतः त्याच्याच वजनामुळें वैद्यकशास्त्रांत बरीच सुधारणा होऊन नवयुगास आरंभ झाला. या विद्वान् राजाच्या आश्रयामुळें शारीरशास्त्रांत नवें संशोधन करणारे दोन प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ होऊन गेले. मानवी शरीराच्या एकंदर रचनेसंबंधानें व व्यापारांसंबंधानें शास्त्रीय रीत्या परीक्षण करणारे हे दोघे इसम म्हणजे हिरॉफिलस व एरासिस्ट्रेटस होत. या दोघां शास्त्रज्ञांनीं मनुष्याच्या शरीराची प्रत्यक्ष चीरफाड करून शारीरशास्त्रासंबंधाचें ज्ञान मिळविलें होतें (अशा तऱ्हेनें प्रत्यक्ष प्रयोग केल्याचें लेखी नमूद असलेलें हें पहिलेंच उदाहरण होय); आणि स्वतः टॉलेमी राजा अशा प्रकारच्या कित्येक चीरफाडीच्या वेळीं समक्ष हजर असल्याचें सांगतात. शरीरांतील मोठमोठे प्रमुख मज्जातंतू मूळ मेंदूपासून आणि पाठीच्या कण्यामधून निघालेले असतात, हा शोध प्रथम याच दोघां शास्त्रज्ञांनीं लावला; शिवाय, या मज्जातंतूंचे दोन प्रकार असतात, एक ज्ञानतंतु व दुसरे प्रेरणातंतु ही गोष्टहि यांच्याच लक्षांत आली होती. तसेंच मेंदूच्यावर आच्छादनार्थ जे पडदे असतात ते शोधून काढून त्यांचें वर्णन करण्याचें व त्यांनां नांवें देण्याचें कामहि यांनींच केलें. डोक्यांतील अशुद्ध रक्त नेण्याचें काम जी मोठी शीर करते, तिचा शोध प्रथम हिरॉफिलसनें लावलेला असल्यामुळें त्याचा गौरव करण्याकरितां आधुनिक शास्त्रज्ञांनीं त्या शिरेला हिरॉफिलस असेंच नांव दिलेलें आहे. डोक्यांतील मेंदूमध्यें चार निरनिराळ्या पोकळ मोकळ्या जागा असतात व त्यांपैकींच एका पोकळींत आत्मा रहात असला पाहिजे असा जो एक सिद्धान्त हिरॉफिलसनें ठरविला होता तो खरा असल्याचा समज तेव्हांपासुन बऱ्याच अलीकडील काळापर्यंत पुष्कळ इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांमध्यें कायम होता. हिरॉफिलसनें डोळ्यांच्या रचनेसंबंधानें बरेंच बरोबर ज्ञान मिळविलें होतें व त्याच्या साहाय्यानें त्यानें डोळ्यांतील मोतीबिंदूवर शस्त्रक्रिया करण्याच्या प्रयोगांत पुष्कळ सुधारणा केली.

शस्त्रक्रियेच्या विद्येंत प्रगति.—शारीरशास्त्रासंबंधाचें ज्ञान येणेंप्रमाणें वाढल्यामुळें शस्त्रक्रियेच्या विद्येंतहि बरीच प्रगति झाली. शिक्षा झालेल्या व टॉलेमी राजांनीं मुद्दाम या कार्याकरितांच तज्ज्ञांच्या हवालीं केलेल्या पुष्कळ गुन्हेगारांच्या शरीरांवर प्रयोगादाखल शस्त्रक्रिया करून पहाण्यांत येत असे. अलीकडील लेखकांनीं वरील विधान खोटें असल्याचें दाखविण्याचा प्रयत्न केला आहे, परंतु अशा प्रकारचे प्रयोग केले जात असावेत ही गोष्ट अगदींच असंभाव्य वाटत नाहीं. ज्या काळामध्यें मनुष्याच्या प्राणाची किंमत पुष्कळ कमी लेखीत असत आणि अगदीं साध्या गुन्ह्याकरितांहि भयंकर शारीरिक क्लेशांच्या शिक्षा देत असत, अशा काळांत शास्त्रीय ज्ञानाची वाढ व्हावी म्हणून गुन्हेगारांवर भयंकर शारीरिक शिक्षांच्या मानानें पुष्कळच कमी त्रासदायक असे शस्त्रप्रयोग करण्याची परवानगी शस्त्रक्रियाभिज्ञांस मिळत असल्यास त्यांत मोठेंसें नवल नाहीं. अगदीं अलीकडे १६ व्या शतकांत सुद्धां फांशीची शिक्षा झालेल्या गुन्हेगारांनां शस्त्रक्रियाशास्त्रज्ञांच्या हवालीं करून, त्यांच्यावर शस्त्रक्रिया करून त्यांचा वाटेल त्या रीतीनें अन्त करण्याची त्यांनां परवानगी दिली जात होती, ही गोष्ट आपणांस नक्की माहीत आहे. तथापि एकट्या अलेक्झांड्रियामध्यें अशा शस्त्रक्रियेच्या कार्याकरितां सहाशें गुन्हेगार वळी देण्यांत आले, असें जें टेर्टुलिअननें लिहून ठेविलें आहे [टेर्टुलिअन्स अपॉलॉजेटिकस]. ती मात्र अतिशयोक्ति असावी.

वैद्यकशास्त्रांत विशेष प्रगति न होण्याचें कारण.—हिरॉफिलस व एरासिस्ट्रेटस यांनीं शारीरशास्त्रामध्यें जसे बिनचूक शोध लावले, तसेच जर सुदैवानें त्यांनीं इंद्रियविज्ञानशास्त्रांतहि लावले असते, तर त्यांच्या त्या काळांत वैद्यकशास्त्राची प्रगति बरीच उच्च दर्जापर्यंत जाऊन पोंचली असती. परंतु दुःखाची गोष्ट ही कीं, शरीरांतील निरनिराळ्या अवयवांकडून होणाऱ्या कार्यांसंबंधानें त्यांनीं काढलेलीं अनुमानें पुष्कळशीं चुकीचीं होतीं; इतकेंच नव्हे, तर त्या दोघांचीं मतें शारीर शास्त्रासंबंधानें जरी पूर्णपणें जुळत असत, तरी त्याच अवयवाकडून होणाऱ्या कार्यासंबंधानें त्यांचीं मतें भिन्न पडत व त्या अवयवांनीं होणाऱ्या रोगांवर करावयाच्या औषधोपायासंबंधानेंहि बरेच वेळां त्या दोघांत मतभेद होई. या कारणामुळें या दोन शास्त्रज्ञांनीं शारीरशास्त्राच्या ज्ञानांत जितकी उपयुक्त भर घातली तितकी वैद्यकशास्त्रांत त्यांनां घालतां आली नाहीं.

हेराक्लायडीझचें वैद्यकशास्त्रांतील ज्ञान.—हिरॉफिलसच्या नंतर सुमारें पन्नास वर्षांनीं ग्रीसमध्यें हेराक्लायडीझ नांवाचा वैद्य होऊन गेला, त्यानें औषधोपचारांच्या बाबतींत उपरिनिर्दिष्ट आलेक्झांड्रिया येथील दोघां शारीरशास्त्रज्ञांपेक्षां पुष्कळच आधिक यश व कीर्ति संपादन केली. उत्तम वैद्य म्हणून त्याचें नांव त्याच्या पश्चात् कित्येक शतकेंपर्यंत लोकांत सुप्रसिद्ध होतें; पण तो हयात असतांना मात्र शस्त्रक्रियाकुशल म्हणूनच त्याला विशेष मान असे. हेराक्लायडीझ हा स्वतः अनुभवजन्य ज्ञानानें हुषार झालेल्या लोकांपैकीं एक होता व त्यामुळें शारीरशास्त्राच्या ज्ञानाची आवश्यकता न धरतां तो औषधीज्ञानावरच आपला धंदा चालवीत असे. कित्येक क्लेशदायक रोगांवरील उपचारामध्यें अफूचा उपयोग करण्याचा प्रघात यानेंच प्रथम घालून दिला. निद्रारोग-

पटकी, पोटशूळ, पेटके या रोगांवरील औषधांत अफूचें मिश्रण करण्याची त्याची रीति जवळ जवळ अलीकडील वैद्यकशास्त्रांतल्याप्रमाणेंच असे; आणि तापाच्या रोग्याचें मस्तक थंड ठेवण्याच्या व त्याचा कोठा साफ ठेवण्याच्या त्याच्या कृती आजहि योग्य म्हणूनच गणल्या जात आहेत. तसेंच तापाच्या रोग्याची अतितृष्णा शमविण्याकरितां तो पातळ पदार्थ भरपूर पिण्यास सांगत असे; ही त्याची पद्धतीहि हल्लींच्या वैद्यकशास्त्राला पूर्ण संमत झालेली आहे. एक शतकापूर्वी मात्र या उपायाचा बहुतेक सर्वत्र निषेध करण्यांत येत असे.

आर्किमीडीझचा उदय.—युक्लिड कोणत्या साली वारला हें बरोबर माहीत नाहीं; पण पहिला टॉलेमी राजा ख्रि. पू. २८५ मध्यें मरण पावला हें नक्की आहे व याच टॉलेमीच्या कारकीर्दीत युक्लिडची कीर्ति अगदीं शिखरास पोहोंचली होती; यावरून आर्किमीडीझ नांवाचा एक तरुण अलेक्झांड्रियामध्यें विद्यार्जनाकरितां आला त्या वेळीं युक्लिड जिवंत असेल हें संभवत नाहीं. आर्किमीडीझ हा सिसिलि बेटांत सिराक्यूस येथें ख्रि. पू. २८७ मध्यें जन्मला होता. तो जेव्हां अलेक्झांड्रिया शहरांत शिकण्याकरितां आला त्या वेळीं गणितशास्त्राच्या विद्यालयाचा मुख्य अध्यापक युक्लिडचा शिष्य पर्गा येथील ॲपॉलेनिअस हा असावा, असें दिसतें. आर्किमीडीझ अलेक्झांड्रियामध्यें किती काळ राहिला होता हें नक्की माहित नाहीं. एवढें मात्र खरें कीं, त्याची ज्ञानविषयक जिज्ञासा तृप्त झाल्यावर किंवा विद्यार्जन पुरें झाल्यावर तो पुढें अलेक्झांड्रियांत न राहतां सिराक्यूसला परत गेला व पुढें आमरण तो तेथेंच राहिला. हाइरो नामक राजानें त्याची योग्यता जाणून त्याला कायमचा आश्रय देऊन वेतन करून दिलें होतें.

आर्किमीडीझ हा मूळ गणितशास्त्रज्ञ होता, व त्याच्या कामांत जर कोणीं व्यत्यय आणला नसता तर त्याचें सर्व आयुष्य भूमितिशास्त्रावर विचार करण्यांतच गेलें असतें. परंतु आर्किमीडीझची बुद्धि यांत्रिक कामांत चांगली चालते, असें हाइरोला दिसून आल्यामुळें त्यानें त्या गोष्टीचा पूर्ण फायदा घेण्याचें ठरविलें. हाइरोनें आर्किमीडीझच्या मागें निरनिराळ्या कामासाठीं यंत्रें तयार करण्याचा तगादा लावला, व त्यामुळें या तत्त्ववेत्याच्या हातून अनेक प्रकारचीं यंत्रें बनविलीं गेलीं. त्यांपैकीं कांहीं फारच विचित्र होतीं. प्राचीन आख्यायिका अशी आहे कीं, त्यानें निरनिराळ्या उपयोगासाठीं चाळिसाहून अधिक यंत्रें तयार करून दिलीं होतीं; आणि गणितशास्त्रांतल्या शोधांपेक्षां या अनेक प्रकारच्या यंत्रांमुळेंच त्याची कीर्ति तत्कालीन व उत्तरकालीन लोकांमध्यें अखंड पसरून राहिली आहे. टेंकडीवर उलटें पाणी वहात जावयास लावण्याचा सृष्टिनियमविरुद्ध वाटणारा असा आश्चर्यकारक प्रयोग ज्या स्क्रूमधून करण्यांत आला होता तो आर्किमीडीझचा स्क्रू सर्वप्रसिद्धच आहे.

या आश्चर्यकारक यंत्राची पुढील वर्णनावरून उत्तम कल्पना येण्यासारखी आहे. साधा बुचें काढण्याचा स्क्रू हातांत घेऊन तीच एक पोकळ नळी आहे असें समजावें. त्याचा आकार असाच कायम आहे असें समजून त्याची लांबी मात्र बरेच फूट वाढली आहे व त्या मानानें त्याचा व्यासहि मोठा झाला आहे अशी कल्पना करावी. हा अशा प्रकारचा स्क्रू हातांत जरा तिरपा धरून त्याला उजव्या बाजूस हळूहळू फिरवूं लागावें, आणि तो फिरत असतां प्रत्येक फेऱ्याला तो स्क्रू कांहीं ठराविक भागापावेतों पाण्यांत बुडालेला राहील असें करावें; म्हणजे प्रत्येक फेऱ्याबरोबर पाण्याचा कांहीं भाग एकेक पेंचांतून वर चढून गेलेला आढळेल. कारण, त्या पाण्याला वास्तविक प्रत्येक वेळीं उतारावरूनच घसरत जावयाचें असतें. पण अशा रीतीनें तें पाणी वर गेल्यामुळें एकंदरीनें पाणी खालून वर चढून गेल्याचा चमत्कार पहावयास सांपडतो; आणि या प्रकारच्या यांत्रिक साहाय्यानें पाणी वाटेल तितकें वर चढवून नेतां येतें. अशा प्रकारचें हें यंत्र आर्किमीडीझनें तयार केल्यामुळें तत्कालीन लोक त्याच्या कल्पकतेनें आश्चर्यचकित होऊन गेले असल्यास त्यांत नवल नाहीं. अलीकडील काळांत पाणी वर चढविण्याच्या अधिक चांगल्या युक्त्या निघालेल्या आहेत हें खरें; तथापि आर्किमीडीझच्या युक्तीचें तितकेंच कौतुक अद्यापहि पहाणारास वाटतें व त्याच्या यंत्रानें सृष्टिनियमाच्या विरुद्ध पाणी वर चढलेलें पाहून तो तितकाच बुचकळ्यांत पडतो.

सिराक्यूसच्या वेढ्यांत आर्किमीडीझच्या शोधांचा उपयोग.—आर्किमीडीझनें तयार केलेल्या यंत्रांपैकीं आणखीहि कित्येकांची माहिती पुढील पिढ्यांना पोलिबिअस व प्लुटार्क यांच्या ग्रंथांतून वाचावयास मिळालेली आहे. दुसऱ्या प्युनिक युद्धाच्या वेळीं सिराक्यूस शहराला जेव्हां मार्सेलस नांवाच्या रोमन सेनापतीनें वेढा घातला, तेव्हां आर्किमीडीझच्याच कित्येक युक्त्यांच्या साहाय्यानें हाइरो राजानें रोमन सैन्याचे हल्ले परतवून लावल्याचें वर्णन आहे. मार्सेलसचें चरित्र प्लुटार्कनें लिहिलेलें आहे त्यांत विशेषतः या रोमन सैन्याच्या हल्ल्यांची आणि त्या वेळीं बचावाकरितां आर्किमीडीझनें योजिलेल्या युक्त्यांची सविस्तर माहिती आली आहे. आर्किमीडीझच्या ज्या युक्त्यांमुळें या वेढ्याला विशेष महत्त्व प्राप्त झालें, त्या युक्त्यांचें वर्णन प्लुटार्कनें एके ठिकाणीं पुढें दिल्याप्रमाणें दिलें आहे.

“ स्वतः मार्सेलस प्रत्येक बाजूला वल्हीं मारणारे पांच पांच इसम असलेलीं अशीं एकंदर साठ जहाजें बरोबर घेऊन त्यांत सशस्त्र सैनिक आणि तोफखाना, दारूगोळा वगैरे सर्व प्रकारची सामुग्री भरून घेऊन समुद्राच्या बाजूनें सिराक्यूसवर हल्ला करण्याकरितां आला. सांखळदंडांनीं आठ जहाजें एकत्र बांधून व त्यांवर गोळ्यांचा भडिमार करण्याचें एक भलें मोठें यंत्र व बातेरी घालून तो शहराच्या अगदीं तटाशीं येऊन भिडला.

परंतु आर्किमीडीझला या शत्रूच्या जंगी तयारीची कांहीं सुद्धां फिकीर वाटली नाहीं. त्यानें योजलेल्या युक्त्यांपुढें मार्सेलसची सर्व तयारी कवडीमोल ठरली. "

भूमिति व कारागिरी यांची फारकत.—आर्किमीडीझच्या यांत्रिक युक्त्या त्याच्या पूर्वीच आर्किटस व युडॉक्सस यांजकडून सुचविल्या गेल्या होत्या. त्यांत त्यांचा हेतु कांहीं अंशीं ह्या चमत्कृतींनीं भूमितिशास्त्रास शोभा आणण्याचा व कांहीं अंशीं त्या शास्त्रांतील ज्या सिद्धांतांची सत्यता नुसत्या शाब्दिक प्रमाणांनीं व बुद्धिवादानें सामान्य लोकांनां पटण्यासारखी नसते ती सत्यता प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं व इंद्रियावगम्य साधनांनीं पटवून देण्याचा होता. प्रमाणांत असलेल्या चार रेषांपैकीं मध्यमपदभूत दोन रेषा शोधून काढण्याचा याचा एक सिद्धान्त आहे. या सिद्धान्ताची सिद्धता नुसत्या तर्कपद्धतीनें करतां येत नाहीं. परंतु चित्रकलेमध्यें ज्या अनेक गोष्टी कराव्या लागतात त्यांनां साहाय्यभूत व आधारभूत असा हा सिद्धान्त आहे. आर्किटस व यूडॉक्सस या दोघांनीं या सिद्धान्तासाठीं मेसॉलेव अथवा मेसोग्राफ नांवाचीं यंत्रें तयार केलीं. या यंत्रांनीं वक्ररेषा व उभे व तिरपे छेद काढून त्यांच्या द्वारां मध्यम पदाच्या रेषा काढतां येतात. परंतु त्याप्रमाणें भूमितींत यंत्रांचा उपयोग केलेला प्लेटोला आवडला नाहीं. भूमितीचा दृश्य व स्पृश्य पदार्थांशीं संबंध आणणें व इंद्रियग्राह्य व जड वस्तूंचा तिच्यांत शिरकाव होऊं देणें म्हणजे तिची योग्यता व श्रेष्ठता कमी करून तिला भ्रष्ट व नीच स्थितीला नेणें आहे. मनुष्यानें बनवलेलें कुचकामाचें व व्यंगपूर्ण असें कांहीं तरी यंत्र तिच्या संबंधांत उपयोगांत आणून भूमिति ह्या हातांनीं वापरण्यासारखा पदार्थ करणें हें तिला खालीं ओढणें आहे; या प्रकारचें प्लेटोचें मत होतें. प्लेटोनें असें मत प्रतिपादल्यामुळें यंत्रें करण्याची कला अथवा कारागिरी आणि भूमितिशास्त्र यांची फारकत झाली. व बरांच कालपर्यंत तत्त्ववेत्ते लोक यंत्रकलेला तुच्छ लेखीत राहिल्यामुळें ती युद्धविषयक कलांमध्यें गणली जाऊं लागली.

आर्किमीडीझच्या बुद्धीचा हाइरोस प्रथम परिचय.—"एकदां आर्किमीडीझनें त्याचा नातलग व मित्र जो हाइरो राजा त्याजजवळ असें प्रतिपादन केलें कीं, अगदीं थोडकासा जोर लावून अत्यंत जड ओझेंहि उचलणें शक्य आहे; इतकेंच काय, पण लोक तर असेंहि म्हणतात कीं आपल्या पृथ्वी सारखाच शेजारीं दुसरा एक गोल असता तर आपल्या या पृथ्वीला सरकवीत सरकवीत दुसऱ्या गोलापाशीं नेतां आलें असतें अशीहि आर्किमीडीझनें राजापाशीं बढाई मारली होती. हें आर्किमीडीझचें बोलणें ऐकून हाइरो राजाला फार आश्चर्य वाटलें, आणि त्यानें आर्किमीडीझला थोड्याशा जोरानें मोठ्या वजनाचा पदार्थ हलवून दाखविण्याचा प्रत्यक्ष प्रयोग करण्यास सांगितलें. तेव्हां आर्किमीडीझनें राजाजवळच्या एका सर्वांत मोठ्या जुन्या जहाजास आंकड्यानें आपल्या हातीं धरलें (हें जहाज इतकें मोठें व जड होतें कीं त्याला पाण्यांतून बाहेर जमिनीवर ओढून काढण्यास असंख्य माणसें लागलीं असतीं) आणि त्या जहाजांत शिवाय पुष्कळ मनुष्येंहि बसविलीं. नंतर तो स्वतः दूर लांब जाऊन बसला; व तेथून फारसा जोर न लावतां, पुष्कळ चाकें व कप्प्या असलेल्या अशा एका यंत्राच्या साहाय्यानें ह्यानें तें माणसांनीं भरलेलें अत्यंत जड जहाज हळूहळू आपल्याकडे ओढून घेतलें. हें दृश्य पाहून हाइरो राजा आश्चर्यचकित होऊन गेला. आर्किमीडीझच्या ज्ञानाचें महत्त्व आतां त्याच्या चांगलें लक्षांत आलें व त्यानें युद्धाच्या वेळीं वेढा घालतांना व हल्ला करतांना शत्रूवर चढाई करण्याकरितां किंवा शत्रूपासून बचाव करण्याकरितां उपयोगीं पडतील अशा प्रकारचीं यंत्रें तयार करण्यास आर्किमीडीझला सांगितलें. त्यावरून आर्किमीडीझनें राजाला पुष्कळ प्रकारचीं यंत्रें करून दिलीं. परंतु हाइरोला त्यांचा प्रत्यक्ष युद्धांत उपयोग करण्याचा प्रसंगच आला नाहीं. कारण, त्याची सर्व कारकीर्द शांततेंत गेली. पण पुढें वर सांगितल्याप्रमाणें जेव्हां मार्सेलसनें सिराक्यूसला वेढा घातला तेव्हां तीं यंत्रें व साधनें तेथील लोकांच्या फार उपयोगीं पडलीं. सुदैवानें त्या यंत्रांचा कर्ता व प्रेरक जो आर्किमीडीझ तो हि त्या वेळीं शत्रूविरुद्ध लढण्यास हजर होता.

" असो वर सांगितल्याप्रमाणें जेव्हां रोमन लोकांनीं सिराक्यूस राजधानीवर समुद्रावरून व जमिनीवरून असा दोहींकडून हल्ला केला, तेव्हां तेथील रहिवाशी भीतीनें गांगरून गेले. पुढें काय करावें हें त्यांस कांहींच सुचेना. कारण इतक्या मोठ्या रोमन सैन्याबरोबर सामना देणें त्यांनां अशक्य वाटूं लागलें. परंतु जेव्हां आर्किमीडीझ आपलीं यंत्रें चालवून त्यांच्या साहाय्यानें शत्रुसैन्यावर हजारों प्रकारचे गोळे व मोठमोठे दगड यांचा भडिमार करूं लागला; आणि त्यांचा भयंकर गडगडाट व विलक्षण मारा जमिनीवरून चालून आलेल्या रोमन सैन्यावर सुरू होऊन त्यामुळें शत्रूचे सैनिक जेव्हां पटापट मरून पडूं लागले, तसेंच समुद्राच्या बाजूनें येणाऱ्या सैन्याचीहि त्यानें गाळण उडवून दिली तेव्हां त्याचा प्रतिकार करणें पृथ्वीवरील कोणाहि मानवाला अशक्य होतें. त्या भयंकर माऱ्यामुळें रोमन सैन्याची पार दाणादाण होऊन गेली. तसेंच रोमन लोकांची समुद्रावरील जहाजेंहि आर्किमीडीझनें आपल्या यंत्रांच्या साहाय्यानें शिडें बांधण्याचे जहाजांत मोठमोठे खांब असतात तसले खांब फेकून बुडवून टाकलीं."

आर्किमीडीझचें जहाजें बुडविणारें यंत्र.—आर्किमीडीझच्या या यंत्रांपैकीं सर्वांत महत्त्वाच्या अशा यंत्राचें पोलिबिअसनें वर्णन केलेलें आहे, तें पुढील प्रमाणें:—"एका यंत्राच्या चोंचीतून एक सांखळी लोंबत असून त्याला एक लोखंडाचा दांडा बांधलेला होता. त्याचा उपयोग पुढील प्रकारें करीत असत. एक मनुष्य त्या चोंचीजवळ बसून तिला

सुकाणूवाल्याप्रमाणें वाटेल त्या दिशेस फिरवीत असे व साखळदंडास बांधलेला दांडा खालीं सोडून त्यानें शत्रुपक्षाच्या जहाजाची नाळ पकडीत असे. नंतर तो आपल्या जहाजाच्या भिंतीच्या आंतल्या बाजूस असलेल्या त्या यंत्राचें दुसरें टोंक धरून खालीं ओढीत असे. त्यामुळें शत्रूचें जहाज एका बाजूनें वर उचललें जाई. नंतर यंत्र निश्चल ठेवून साखळदंड एकदम मोकळा सोडण्यांत येई. यामुळें कांहीं जहाजें एका बाजूवर कलथीं होऊन जोरानें पाण्यावर आपटत; कांहीं अजीबात पालथी होऊन पडत तर कांहींच्या आंत पाणी शिरून जहाजांतील लोकांत सर्व गोंधळ उडून जाई."

पोलिबिअस पुढें म्हणतो, "हा प्रकार पाहून मार्सेलस पुष्कळच गोंधळून गेला. आर्किमीडीझनें त्याला हतवीर्य करून टाकलें. त्याचे सिराक्यूस शहर हस्तगत करण्याचे सर्व प्रयत्न निष्फळ झाले, इतकेंच नव्हे तर त्याची ती फजिती पाहून त्याचे शत्रू त्याला हसूं लागले. अशा प्रकारें खजील व खिन्न झालेला असतांहि त्याला आर्किमीडीझच्या युक्त्यांची स्तुतिगर्भ चेष्टा केल्यावांचून राहवेना. तो म्हणाला, 'अरे हा आर्किमीडीझ माझ्या जहाजांचा पोहोऱ्याप्रमाणें पाणी काढण्याकडे उपयोग करूं लागला आहे. तात्पर्य समुद्राच्या बाजूनें सिराक्यूस शहर घेण्याच्या प्रयत्नांत हें अशा प्रकारचें यश आलें!"

सिराक्यूसच्या वेढ्यांत आर्किमीडीझचा शेवट.–तथापि सरतेशेवटीं मार्सेलसनें मोठ्या हिकमतीनें सिराक्यूस हस्तगत करून घेतलें; आणि त्या वेळच्या कापाकापींत आर्किमीडीझ ठार मारला गेला. त्याला न मारण्याबद्दल मार्सेलसनें आपल्या सैन्यास मुद्दाम बजाविलें असतांहि ही गोष्ट घडून आली. याबद्दल प्लुटार्क म्हणतो "सिराक्यूस शहर काबीज केल्यावर मार्सेलसला आर्किमीडीझच्या मृत्यूइतकें दुसऱ्या कशाचेंच वाईट वाटलें नाहीं. शहर घेतलें गेलें त्या वेळीं आर्किमीडीझ एका सिद्धांताची आकृति समोर ठेवून तो सोडविण्यांत गुंतलेला होता. तो त्यांत इतका गढून गेलेला होता कीं, शत्रूनें शहर हस्तगत करून घेतलें व शत्रुसैन्य शहरांतून हिंडूं लागलें तरी त्याची त्याला दादहि नव्हती. यामुळें शत्रूकडील एक सैनिक त्याच्या जवळ येऊन त्यानें मार्सेलससमोर चलण्याविषयीं त्यास हुकूम केला, तेव्हां त्याला आश्चर्य वाटलें. कोणी असें म्हणतात कीं, आर्किमीडीझनें त्या शिपायाला तो सिद्धान्त सुटेपर्यंत थांबण्याविषयीं विनंति केली, पण त्या शिपायाला त्याचा राग येऊन त्यानें तरवार बाहेर काढून त्याचा प्राण घेतला. दुसरी आख्यायिका अशी आहे कीं, तो शिपाई आर्किमीडीझ जवळ येऊन एकदम त्याला तरवारीनें ठारच करणार होता; पण तेवढ्यांत आर्किमीडीझनें त्याला आपला सिद्धांत सोडवून होईपर्यंत थांबण्यास सांगितलें. तथापि त्या आडदांड शिपायाला त्या सिद्धान्ताचें कांहींच महत्त्व समजत नसल्यामुळें त्यानें आर्किमीडीझचें तत्काळ डोकें उडविलें. याशिवाय आणखी तिसरीहि एक आख्यायिका आहे ती अशीः–आर्किमीडीझ आपल्या सूर्यासंबंधाच्या कांहीं तबकड्या, कांहीं गोळे व कोन वगैरे भूमितिशास्त्रविषयक साहित्य एका लहानशा पेटींत घालून ती पेटी हातांत घेऊन मार्सेलसकडे जात होता. इतक्यांत वाटेंत त्याला कांहीं शिपाई भेटले, तेव्हां त्यांनां तो सोनें, रुपें किंवा कांहीं मौल्यवान् जडजवाहीर घेऊन चालला आहे असें वाटून त्यांनीं त्यास ठार मारलें. तें कांहींहि असो; इतकें मात्र खरें कीं, आर्किमीडीझच्या मृत्यूबद्दल मार्सेलसला फार दुःख झालें व ज्यानें त्याला मारिलें त्या इसमाचा त्याला अत्यंत संताप आला. आर्किमीडीझच्या नातेवाईकांनां त्यानें नंतर फारच उत्तम प्रकारें वागविलें."

आर्किमीडीझचा स्वभाव.–आर्किमीडीझचा स्वभाव, त्याचें वजन व स्वतःच्या शोधाबद्दल त्या तत्त्ववेत्त्यास वाटत असलेलें महत्त्व याबद्दलची हकीकतहि प्लुटार्कनें लिहून ठेविली आहे. तो म्हणतो "भूमितिशास्त्रांतील शोधांचें सर्व ज्ञान व तद्विषयक गूढ गोष्टी आर्किमीडीझ जवळ भरलेल्या होत्या. तो मोठा विद्वान् असून त्याचें मन फार सुसंस्कृत होतें. त्यानें युद्धामध्यें उपयोग करावयाच्या यंत्रांसंबंधानें माहिती कोणत्याहि पुस्तकांत लिहून ठेविली नाहीं. त्या यंत्रांमुळें त्याच्या काळीं त्याची इतकी कीर्ति झाली होती कीं, त्याची बुद्धि व ज्ञान मानवी नसून दैवी आहे असें लोकांनां वाटत असे. तथापि अशा प्रकारचीं व्यावहारिक उपयोगाचीं साधनें व प्राणघातक यंत्रें तयार करणें हें काम तो अत्यंत क्षुद्र, नीच व लोभीपणाचें समजत असे. नाइलाजास्तव त्यानें तशा प्रकारचीं यंत्रें तयार करून त्यांचा शत्रूपासून बचाव करण्याच्या कामीं उपयोग केला; पण त्यानें पुस्तकें लिहिलीं त्यांत त्यासंबंधाची माहिती बिलकुल न लिहितां शुद्ध शास्त्रविषयक तात्त्विक सिद्धान्तांविषयींच कायती माहिती दिली आहे. त्यानें जें कांहीं लिहिलें आहे तें सर्व भूमितिशास्त्रांतील सिद्धान्तांविषयीं. त्यांत त्याची श्रेष्ठ प्रकारची बुद्धिमत्ता व विचारशक्ति दिसून येते. भूमितीमधील अवघड अवघड सिद्धान्त त्यानें अगदीं सोप्या भाषेंत लिहून ठेविलेले आहेत. त्याचे सिद्धान्त इतरांनां कितीहि प्रयत्न केले तरी सुटत नसत; पण त्यानें समजावून देतांच कोणालाहि ते सोपे वाटत. त्यामुळें त्याला ईश्वरी देणगी आहे असें लोकांनां वाटे. भूमिति या विषयाची त्याला फारच विलक्षण आवड होती. त्यांतील सिद्धान्त सोडवीत बसणें हें त्याला चमचमीत जेवणाप्रमाणें प्रिय वाटत असे. भूमितीचे प्रश्न सोडवीत असतां तो क्षुधातृषाहि विसरून जात असल्यामुळें त्याच्या नोकरांनां त्याला मुद्दाम उठवून आणून आंघोळ व जेवणखाण घालावें लागत असे. अशा स्थितींत स्वयंपाकघरांत जेवण्याच्या जागींहि तो भूमितींतील आकृति काढून विचार करीत बसे. याप्रमाणें तो सतत भूमितिशास्त्राच्या विचारांत व आनंदांत गर्क असे. या शास्त्रांत त्यानें जे एकंदर नवे शोध लावले, त्यांत वृत्तचिति व त्यांत

बसणारा गोल यांच्या प्रमाणाच्या शोधाचें त्याला फार कौतुक वाटत असे. कारण, त्यानें आपल्या नातलगांस आपण मेल्यानंतर आपल्या थडग्यावरहि एक वृत्तचिति व तींत एक गोल ठेवून त्यावर वृत्तचिति व गोल यांच्यामधील प्रमाण दर्शविणारा एक अंकितलेख खोदण्याविषयीं सांगितलें होतें.

अन्तर्गोल आरशाचा उपयोग.—सिराक्यूस शहराच्या वरील वेढ्याच्या वेळीं अग्नि उत्पन्न करणाऱ्या भिंगांचा उपयोग केल्याचें पोलिबिअसनें, प्लुटार्कनें किंवा दुसऱ्या कोणत्याहि महत्वाच्या प्राचीन ग्रंथकारानें आपल्या ग्रंथांत लिहून ठेविलेलें नाहीं. तथापि आर्किमीडीझनें आपल्या शत्रूचें आरमार अन्तर्गोल आरशाच्या साहाय्यानें जाळून टाकलें, असें अगदीं अलीकडील काळापर्यंत लोक मानीत असत. ही गोष्ट खरी असल्यास ती कल्पना आर्किमीडीझच्या एकंदर बुद्धिमत्तेला शोभणारी अशीच होती, आणि ती गोष्ट शक्य आहे असें पुढें सर आयझॅक न्यूटननें प्रत्यक्ष प्रयोग करून सिद्ध करूनहि दाखविलें. पण प्राचीन काळच्या कोणाहि लेखकानें या गोष्टीचा निर्देश केलेला नसल्यामुळें तिच्या सत्यतेसंबंधानें जबर शंका येते.

आर्किमीडीझ संयुक्त कप्पीच्या युक्तीचा संवर्धक असावा.—आर्किमीडीझच्या वर वर्णन केलेल्या सर्व प्रकारच्या यंत्रांमध्यें जें एक विशिष्ट तत्त्व दिसून येतें, तें तरफ आणि कप्प्या यांच्या साहाय्यानें मोठालीं वजनें हलविणें हें होय. सिराक्यूसच्या या प्रसिद्ध तत्त्ववेत्याची सर्व करामत येथेंच दिसून येते. या तत्त्वाच्या साहाय्यानेंच त्यानें सर्व प्रकारचीं यंत्रें तयार केलीं. संयुक्त कप्पीची युक्ति त्यानेंच शोधून काढली असें म्हणतात. परंतु पूर्वींच्या बाबिलोनियांतील चित्रांवरून असें दिसून येतें कीं, बऱ्याच पूर्वीपासून ती युक्ति बाबिलोनियन लोकांना माहीत होती. तेव्हां, आर्किमीडीझला त्या युक्तीचा संशोधक म्हणण्यापेक्षां संवर्धक म्हणणेंच अधिक सयुक्तिक होईल. तथापि पुष्कळ कप्प्यांच्या साहाय्यानें एकटा मनुष्य एका व्यक्तीच्या शक्तीनें जहाजहि हलवूं शकतो असा प्रयोग आर्किमीडीझनें हाइरो राजाला करून दाखविला अशी जी गोष्ट सांगतात, तींतील ठळक मुद्द्यांच्या सत्यतेसंबंधीं शंका घेण्याचें कांहीं एक कारण नाहीं.

त्याचा तरफेसंबंधीं शोध.—दांड्याच्या दोन टोकांनां सारख्या वजनाचे दोन पदार्थ टांगल्यास ते मध्यगत बिंदूच्या आधारावर तोलले जाऊं शकतात, ही साधी व्यवहारांतील गोष्ट लक्षांत घेऊन तींतील तत्त्वाच्या आधारेंच आर्किमीडीझनें तरफेची युक्ति काढली. तत्संबंधीं सर्व सिद्धान्त त्यानें इतके बिनचूक ठरविले होते कीं, कांहीं थोड्या गोष्टींची भर खेरीज करून अद्यापहि त्यांत म्हणण्यासारखा फरक झालेला नाहीं. त्यानें या विषयाचा सूक्ष्म अभ्यास व प्रत्यक्ष प्रयोग करून पुढें दिल्याप्रमाणें मुख्य तत्त्व ठरवून ठेविलें. " दोन पदार्थांचीं वजनें त्यांच्या आधारापासूनच्या अंतरांच्या व्यस्त प्रमाणांत असल्यास ते एकमेकांस तोलूं शकतात. " तरफेच्या अचाट कार्यकर्तृत्वासंबंधींचें त्याचें मत व्यक्त करणारें जें एक वाक्य त्याच्या नांवावर घालण्यांत येतें तें असें; " मला आधारासाठीं किंवा उभें राहण्यास एक निराळी जागा द्याल, तर ही आपली प्रचंड पृथ्वीसुद्धां मी एकटा हलवूं शकेन. "

हाइरो राजाच्या मुकुटासंबंधाची गोष्ट.—तथापि वर वर्णन केलेल्या युक्त्या व प्रयोग या सर्वांपेक्षां तत्कालीन लोकांनां अत्यंत अद्भुत वाटलेली व शास्त्रीय संशोधक या नात्यानें आर्किमीडीझला सर्वांत श्रेष्ठ पदवी प्राप्त करून देणारी गोष्ट म्हणजे हाइरो राजाच्या मुकुटासंबंधाची होय. तो मुकुट निर्भेळ सोन्याचा केलेला असल्याबद्दल कारागिरानें हमी दिली होती. पण कांहीं कारणामुळें राजाला त्याची शंका आली. तेव्हां त्या मुकुटाला यत्किंचितहि इजा न होऊं देतां तो शुद्ध सोन्याचा आहे किंवा नाहीं याबद्दल खात्री पटविण्याची कांहींतरी युक्ति काढण्याबद्दल राजानें आर्किमीडीझला सांगितलें. ग्रीक लोकांचा गोष्टी सांगण्यांत हातखंडा असल्याविषयीं प्रसिद्धि आहे; व त्याप्रमाणें ही गोष्टहि त्यांनीं आपल्या कीर्तीला साजेल अशी उठावदार व मोहक करून वर्णन केली आहे. सदरहू गोष्टींत असें सांगितलें आहे कीं, राजानें उपस्थित केलेल्या प्रश्नासंबंधानें विचार करण्यांत आर्किमीडीझनें पुष्कळ दिवस खर्च केले, परंतु त्याला योग्य उपाय सुचेना. अशा स्थितींत एके दिवशीं स्नान करण्याकरितां पाण्याच्या भांड्यांत तो नेहमींप्रमाणें उतरला असतां बाहेर सांडूं लागलेल्या पाण्याकडे त्याचें लक्ष गेलें, त्याबरोबर त्याच्या डोक्यांत एकदम विचारपरंपरा सुरू झाली व त्याला मुकुटाचें कोडें सोडविण्याची कल्पना सुचली. त्याबरोबर तो उतावीळ होऊन त्यानें स्नान अर्धवटच टाकलें; व कमरेभोंवतीं वस्त्र वेढून घेण्याचेंहि भान न राहिल्यामुळें नग्न स्थितींतच सिराक्यूस शहराच्या रस्त्यांतून "यूरेका! यूरेका!" [शोध लागला ! शोध लागला !] असें मोठ्यानें ओरडत धांवत सुटला. त्या वेळीं त्याच्या डोक्यांत जी विचारपरंपरा आली ती अशी: प्रत्येक जड पदार्थाला त्याच्या वजनाच्या मानानें कांहीं ठराविक आकार असला पाहिजे; व म्हणून सोनें व रुपें हीं सारख्या आकाराचीं घेतल्यास त्यांचीं वजनें अर्थातच निरनिराळीं भरलीं पाहिजेत. मुकुटासारख्या अनियमित आकाराच्या पदार्थाचा खरा आकार समजण्याकरितां तो कांठोकांठ भरलेल्या पाण्याच्या भांड्यांत बुडविला म्हणजे झालें. या त्याच्या कल्पनेप्रमाणें प्रत्यक्ष प्रयोग करून पहाण्यांत आला. त्या मुकुटाच्या वजनाइतका एक सोन्याचा गोळा तयार करवून तो भरलेल्या पाण्याच्या भांड्यांत बुडवून किती पाणी बाहेर सांडतें तें ठरविण्यांत आलें. नंतर तेवढ्याच वजनाचा रुप्याचा गोळा करून तो पाण्यांत बुडविण्यांत आला, व शेवटीं तो मुकुट पाण्यांत बुडवून पाहिला; तेव्हां त्यावरून असें दिसून आलें कीं, सारख्या वजनाच्या सोन्याच्या साह्या

गोळ्यापेक्षां त्या मुकुटाचा आकार अधिक होता. अर्थात् तो मुकुट निर्भेळ सोन्याचा नव्हता असें सिद्ध झालें. मुकुट निर्भेळ सोन्याचा नव्हता असें सिद्ध झाल्याचें सांगण्यांत ग्रीकांचा हेतु गोष्टीचा शेवट अद्भुत रम्य व्हावा एवढाच असेल असें मानलें तरी प्रबल शत्रूला जेरीस आणणाऱ्या आर्किमीडिझची, सोनाराची लबाडी उघडकीस आणणाऱ्या या युक्तीबद्दल तारीफ करावी तितकी थोडीच आहे. या एकंदर गोष्टींत खरेखोटेपणा किती आहे याची शहानिशा करीत बसण्याचें कारण नाहीं. एवढें नक्की आहे कीं, अशाच प्रकारच्या कांहीं तरी प्रयोगामुळें आर्किमीडीझनें आपलें पाण्याच्या तरणशीलतेसंबंधाचें एक अत्यंत महत्वाचें तत्त्व शोधून काढलें. आर्किमीडीझनें एतद्विषयक प्रयोगांचा निष्कर्ष स्वतःच लिहून ठेविलेला असून तो पुढीलप्रमाणें आहे.

अर्किमीडीझचा तरणशीलतेसंबंधाचा नियम.— पहिली गोष्ट, स्थिर असलेल्या कोणत्याहि संसक्तिक्षय पातळ पदार्थाच्या पृष्ठभागाचा आकार गोल असतो, व त्या गोलाचा मध्यबिंदु व पृथ्वीचा मध्यबिंदु हे अभिन्न असतात. दुसरी गोष्ट, एखाद्या घन पदार्थाचें वजन तेवढयाच आकाराच्या पाण्याच्या वजना इतकें असल्यास तो घन पदार्थ पाण्यांत टाकल्यास पाण्याच्या पृष्ठभागाबरोबर पदार्थाचा पृष्ठभाग येईल इतका तो पाण्यांत बुडतो, पण त्यापेक्षां मात्र अधिक बुडत नाहीं. तिसरें, जो घन पदार्थ तेवढ्याच आकाराच्या द्रव पदार्थाच्या वजनाहून कमी वजनाचा असेल तो त्या द्रव पदार्थांत टाकल्यास त्या घन पदार्थाच्या वजनाइतकाच तो द्रव पदार्थ बाजूला सरेल. चवथें, द्रव पदार्थाहून हलका असलेला एखादा घन पदार्थ जोरानें त्या द्रव पदार्थांत पूर्ण बुडविल्यास त्या पदार्थाइतक्या आकाराच्या द्रव पदार्थाच्या वजनांतून त्या घन पदार्थाचें वजन कमी केल्यास बाकी उरेल तितक्या वजनाएवढ्या जोरानें तो द्रव पदार्थ त्या घन पदार्थाला वर लोटील. पांचवें, जो घन पदार्थ आपल्या आकाराएवढ्या द्रव पदार्थाहून जड असतो तो त्या द्रव पदार्थांत टाकल्यास बुडून तळाशीं जातो, पण तो घन पदार्थ व तितक्याच आकाराचा द्रव पदार्थ यांच्या वजनांत जेवढें अंतर असेल तेवढ्या वजनाइतका तो घन पदार्थ हलका होतो." पाण्याच्या तरणशीलतेसंबंधाचें मुख्य तत्त्व एकदां ध्यानांत आलें म्हणजे मग वर सांगितलेले पांच सिद्धान्त पटवून देण्याचें काम फारसें अवघड नाहीं. तथापि तरणशीलतेचें तत्त्व व त्याचबरोबर वर वर्णन केलेले स्थितिशास्त्रांतील (स्टॅटिक्स) सिद्धान्त या सर्वांचे शोध लावल्यामुळें आर्किमीडीझ हा प्राचीन काळांतील सप्रयोग संशोधनानें नवे शोध लावणाऱ्या विद्वानांमध्यें अग्रगण्य मानला गेला पाहिजे हें उघड आहे.

या एकंदर हकीगतीमध्यें आश्चर्याची गोष्ट अशी आहे कीं, स्वतःच्या एकंदर शोधांपैकीं जो शोध खुद्द आर्किमीडीझला अत्यंत महत्त्वाचा वाटला तो इतरांस मात्र तितका आश्चर्यकारक वाटत नाहीं. तो शोध म्हणजे, वृत्तचिती व त्यांतील गोल यांच्या आकारांतील प्रमाणासंबंधाचा. ऑर्किमीडीझनें असें शोधून काढलें होतें कीं, तें प्रमाण दोनास तीन असें असतें. त्यानें हें प्रमाण कसें ठरविलें हें लिहून ठेविलेलें नाहीं; तथापि वृत्तचितीच्या आकाराच्या एका भांड्यांत एक गोळा ठेऊन तें प्रमाण काढणें हा सोपा मार्ग आहेच. हा साधा प्रयोग कोणीहि सहज करूं शकेल. एक फुलपात्र व रबराचा किंवा बिलियर्ड खेळण्याचा चेंडू घेऊन तो करतां येईल. दुसरा भूमितिशास्त्रांतील एक प्रश्न आर्किमीडीझनें सोडविला तो दिलेल्या वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाइतकें क्षेत्रफळ असलेला त्रिकोण काढणें व त्याची उंची व लांबी ठरविणें यासंबंधाचा; व त्याचें उत्तर हें कीं, त्या त्रिकोणाचा पाया त्या वर्तुळाच्या परिघाइतका असून उंची त्रिज्येइतकी असते. आर्किमीडीझनें वर्तुळाचा परिघ व त्याचा व्यास यांच्या परस्पर प्रमाणासंबंधाचाहि प्रश्न सोडविला होता. त्याचें उत्तर ३.१४१६ म्हणजे आलीकडील "पाय" याच्या किंमतीइतकें जवळ जवळ होतें.

याशिवाय शंकुच्छेद, वक्ररेषा व नागमोडीच्या रेषा आणि इतर कित्येक आकृती यांच्या संबंधानें आर्किमीडीझनें माहिती लिहून ठेविलेली आहे. पण ती विशेष शास्त्रीय स्वरूपाची असल्यामुळें येथें सविस्तर देण्याचें प्रयोजन नाहीं. तथापि गणितशास्त्रांतील त्याच्या गतीची कल्पना येण्याकरितां, त्यानें सूर्यमंडल आच्छादण्याकरितां वाळूचे किती कण लागतील त्यांची संख्या ठरविली होती, ही गोष्ट सांगितली म्हणजे पुरे आहे. हें गणित करण्याकरितां पृथ्वीचा आकार व पृथ्वीपासून असलेलें सूर्याचें अंतर या संबंधाची कांहीं संख्या त्यानें गृहीत धरली होती. हें त्याचें गणित गणितशास्त्रज्ञांनां महत्वाचें आहे. कारण त्यांत लॉगरिदमच्या कल्पनेचें ढोबळ स्वरूप दिसून येतें. ज्या लेखांत हें गणित केलेलें आहे त्या लेखाचें प्रस्तुत प्रकरणाच्या दृष्टीनें असें महत्त्व आहे कीं, त्यांत अन्तरिक्षांतील गोलासंबंधानें कांहीं विशिष्ट विधानें केलेलीं आहेत. उदाहरणार्थ, पृथ्वीचा परिघ तीस लाख स्टेडियांपेक्षां कमी आहे असें आर्किमीडीझ प्रथमच गृहीत धरून चालला आहे. हा आंकडा केवळ त्या विवेचनापुरताच मान्य धरला होता, हें उघड आहे. "हा आंकडा पूर्वीच्या संशोधकांनीं ठरविलेल्या परिघापेक्षां बरोबर दसपटीनें अधिक आहे, म्हणून तो मी घेतला आहे." असें खुद्द आर्किमीडीझनेंच लिहून ठेविलेलें आहे. हें एराटॉस्थिनीझला उद्देशून त्यानें लिहिलेलें आहे असें वाटतें. एराटॉस्थिनीझनें पृथ्वीच्या परिघासंबंधानें केलेल्या गणितासंबंधाची माहिती पुढें लवकरच येणार आहे. असो; आर्किमीडीझनें असें लिहिलेलें आहे कीं, सूर्य पृथ्वीपेक्षां मोठा व पृथ्वी चंद्रापेक्षां मोठी आहे. त्या वेळच्या ज्योतिषांच्या बहुमतानें तसें ठरलेलें असल्यामुळें तें गृहीत धरलें आहे, असें आर्किमीडीझच म्हणतो. तिसरी गोष्ट, चंद्रापेक्षां सूर्य तीस पटींपेक्षां अधिक मोठा नाहीं, असें तो लिहितो. हे आंकडेहि

त्यानें आरिस्टार्कस नांवाच्या शास्त्रज्ञानें ठरविलेल्या प्रमाणांवरून घेतलेले असावे असें दिसतें. या आरिस्टार्कसबद्दलहि पुढें लवकर माहिती यावयाची आहे. तथापि हे याचे आंकडे बरेच चुकीचे आहेत, कारण हल्लीं असें सिद्ध झालें आहे कीं, चंद्राच्या व्यासापेक्षां सूर्याचा व्यास चारशें पटीनें मोठा आहे. चवथी गोष्ट, सूर्याचा परिघ सूर्याच्या कक्षेमध्यें, काढलेल्या, हजार बाजू असलेल्या अशा आकृतीच्या एका बाजूपेक्षां मोठा आहे, असें तो म्हणतो. सूर्याचा व्यास त्याच्या कक्षेच्या एकशें सत्तराव्या अंशाइतका आहे असें आरिस्टार्कसनें ठरविलें होतें; व त्याच्या आधारेंच आर्किमीडीझनें आपलें गणित केलें आहे. शिवाय आर्किमीडीझनें स्वतः तो कोन मोजलेला असून तो सूर्याच्या कक्षेच्या एकशें चौसष्टाव्या अंशापेक्षां लहान आणि दोनशांव्या अंशापेक्षां मोठा आहे असें तो म्हणतो. अलीकडील भाषेंत सांगावयाचें म्हणजे, सूर्याचा डोळ्यांनां दिसणारा आकार तेहेतीस मिनिटें किंवा कला व सत्तावीस कला येवढ्या वर्तुलांशाच्या दरम्यान आहे. सूर्याचा व्यास बत्तीस कला असल्याचें आज नक्की माहीत झालेलें आहे. तेव्हां आर्किमीडीझच्या कालीं शास्त्रीय साधनें व उपकरणें अति अल्प व ढोबळ होतीं तरी त्यानें केलेलें गणीत इतकें बरोबर आहे, हें पाहून खरोखर फार आश्चर्य वाटतें. तथापि हें गणित करण्याचा मान आर्किमीडीझला नसून आरिस्टार्कसला आहे हें विसरतां कामा नये.

आर्किमीडीझनें सूर्याचा पृष्ठभाग झांकण्याला वाळूचे कण किती लागतील यासंबंधीं जो आंकडा काढला आहे ती संख्या केवढी मोठी अवाढव्य आहे हें समजून घेण्याच्या भानगडींत पडण्याचें कारण नाहीं. या हिशोबाचें शास्त्रेतिहासांत महत्व एवढेंच आहे कीं, आर्किमीडीझनें हें गणित, त्याच्या देशांत गणित विषयांतील उदाहरणें सोडविण्याची अरब लोकांतील सोपी आंकडेपद्धति सुरू होण्यापूर्वीच केलेलें होतें. आर्किमीडीझच्या कालीं सुद्धां ग्रीक लोकांत आंकड्यांऐवजीं अक्षरें वापरण्याची जुनी पद्धतिच चालू होती व त्यामुळें पुष्कळ मोठाल्या संख्या असलेलीं उदाहरणें सोडवितांना त्यां अक्षरांमुळें फार घोटाळा होत असे ही गोष्ट ध्यानांत ठेविली पाहिजे. रोमन लोकांनीं आंकडे दर्शविणाऱ्या निराळ्या खुणा ठरवून वरील घोटाळा बराच कमी केला होता, तरी त्यांच्या वेळींहि दशांश अपूर्णांक पद्धति माहित नसल्यामुळें मोठालीं उदाहरणें सोडविणें तितकें सोपें नव्हतें. ही दशांशपद्धति पुढें मध्ययुगामध्यें प्रचारांत आली. असो. अशा प्रकारच्या जबरदस्त अडचणी असतांहि आर्किमीडीझनें आपलें कल्पनातील गोंधळ उडवून देणाऱ्या मोठाल्या संख्या असलेलें उपरिनिर्दिष्ट उदाहरण सोडविलें याबद्दल त्याच्या बुद्धिमतेची अत्यंत तारीफ करणें जरूर आहे.

हें उदाहरण त्यानें ज्या लिखाणांत करून ठेविलेलें आहे. त्यांतील एक अत्यंत आश्चर्यकारक गोष्ट आहे ती येथें सांगणें जरूर आहे. आर्किमिडीझ म्हणतो, "पुष्कळ ज्योतिषशास्त्रज्ञांची समजूत आहे कीं, जग (विश्व) म्हणजे एक वाटोळा गोळा असून पृथ्वीचा मध्यभाग हा त्याचा मध्यबिंदु होय आणि सूर्याच्या व पृथ्वीच्या मध्यबिंदूस जोडणारी जी रेषा ती त्याची त्रिज्या होय." हें ज्योतिषशास्त्रज्ञांचें बहुमतच आर्किमीडीझनें ग्राह्य केलेलें होतें असें दिसतें. निदान वरील मत, त्याच्या उलट असलेल्या दुसऱ्या मताइतकेंच त्याच्या उदाहरणाला उपयोगी पडण्यासारखें असल्यामुळें त्यानें तेंच स्वीकारलें होतें. परंतु त्याच लिखाणांत तो पुढें म्हणतो, "सॅमॉस येथील आरिस्टार्कस हा शास्त्रज्ञ वरील बहुसंख्याक ज्योतिषांच्या विरुद्ध जाऊन असें सिद्ध करूं पाहतो कीं, जग हें वास्तविक वर दिलेल्या वर्णनाहून अगदीं भिन्न प्रकारचें आहे. त्याचें मत असें आहे कीं, आकाशांत दिसणारे स्थिर ग्रह व सूर्य हे वास्तविक अचल असून पृथ्वी हीच सूर्याभोंवतीं एका ठराविक वाटोळ्या मार्गानें फिरत असते; व हा जो वर्तुलाकार मार्ग त्याचा मध्यबिंदु सूर्य होय." आर्किमीडीझच्या लेखांत हा जो थोडकासा पण अनुपेक्षणीय पुरावा सांपडतो त्यावरून हें निर्विवाद सिद्ध होतें कीं, सॅमॉस येथील आरिस्टार्कस हा प्राचीन काळाचा कोपर्निकसच होय. आकाशस्थ ग्रह व तारे यांच्या गती व रचना यांच्या संबंधानें इतकी याथातथ्य माहिती असलेल्या या वड्या पंडिताच्या बुद्धिमत्तेबद्दल व ज्ञानाबद्दल येथें अधिक माहिती देणें अगदीं जरूर आहे; ही माहिती पुढें ज्योतिःशास्त्राच्या इतिहासांत दिली आहे.

टिसिबिअस, अलेक्झांड्रियांतील एक जादूगार.—अन्तरिक्षांतील गोलांच्या मांडणीसंबंधानें हिप्पार्कसचे शोध ऱ्होडस येथें चालू होते त्याच काळाच्या सुमारास अलेक्झांड्रियामध्यें दुसरा एक इसम होऊन गेला; तो आपल्या विलक्षण कल्पक बुद्धीच्या साहाय्यानें दुसऱ्या एका विषयांतील यांत्रिक स्वरूपाचे प्रश्न सोडविण्याचे प्रयत्न करीत होता. हा इसम त्याच्या सुमारें एक शतकापूर्वीं होऊन गेलेल्या आर्किमीडीझचें उदाहरण डोळ्यांपुढें ठेवून भौतिक शास्त्रांतील प्रश्नांचा अभ्यास करीत होता. परंतु आपल्या मिळविलेल्या माहितीचा उपयोग तो जादूगिरीचे अद्भुत चमत्कार करून दाखविण्याकडे करी. ह्या इसमाचें नांव टिसिबिअस हें होतें. हा ख्रि. पू. २ ऱ्या शतकांत होऊन गेला व अलेक्झांड्रिया हें त्याचें वास्तव्यस्थान होतें. या इसमासंबंधाची अधिक माहिती आपणांस फारशी नाहीं. त्याच्या जन्माचा किंवा मृत्यूचा काळ किंवा स्थळ यांविषयीं कांहींच माहिती उपलब्ध नाहीं त्याची कोणकोणत्या विषयांत गति होती व त्यानें नवे शोध नक्की किती लावले याविषयींहि खात्रीलायक कांहींच सांगतां येत नाहीं.

टिसिबिअसचा शिष्य हीरो, त्याचे ग्रंथ.—एवढें मात्र दिसतें कीं त्याचा हीरो नांवाचा एक शिष्य होता. पण दुःखाची गोष्ट ही कीं, यां शिष्याविषयींहि आपणांस फारच थोडी माहिती आहे. तथापि या हीरोनें एक पुस्तक लिहून ठेविलेलें असून त्यावरून त्याच्या गुरूच्या शोधांसंबंधाची माहिती पुढील पिढ्यांनां मिळण्याची सोय झालेली आहे. हरोिनें बरींच पुस्तकें लिहिलीं होतीं यांत संशय नाहीं. पण त्यांपैकीं एकच कायतें आज शिल्लक राहिलेलें आहे. नष्ट झालेल्या बाकीच्या पुस्तकांचीं नांवें पुढें दिलीं आहेत त्यांवरून त्या पुस्तकांतील विषयांची कल्पना येण्यासारखी आहे. तीं नांवें येणेंप्रमाणें: 'गोफणीच्या कृतीविषयीं;' 'हत्या-रांच्या कृतीविषयीं;' 'स्वयंगतिक यंत्राविषयीं;' 'जड पदार्थ उचलण्याच्या रीतीविषयीं;' व 'वक्रीभवनशास्त्राविषयीं.' आज जें पुस्तक उपलब्ध आहे त्याचें नांव 'यांत्रिक वायुविद्या' असें आहे हें पुस्तक इतकें चित्ताकर्षक आहे कीं, तें वाचणाराला त्याच्या जोडीचीं इतर पुस्तकें नष्ट झा-ल्याबद्दल दुप्पट वाईट वाटतें. हीं सर्व पुस्तकें जर सुरक्षित राहिलीं असतीं तर प्राचीन कालांतील तत्त्ववेत्त्यांनीं यंत्रशा-स्त्रांतील कोणते निरनिराळे प्रश्न सोडविण्याचा प्रयत्न चाल-विला होता त्याबद्दल हल्लीं आहे त्यापेक्षां पुष्कळच अधिक माहिती आपणांस मिळाली असती. जें पुस्तक आज उपलब्ध आहे त्यामध्यें त्याच्या नांवावरून दर्शविली जाणारी वायुविष-यक माहितीच मुख्यतः दिलेली आहे. पण ही माहिती एकाच वायूविषयीं—हवेविषयीं—आहे. शिवाय त्यांत जलगति-शास्त्राविषयींहि कांहीं माहिती आहे आणि शास्त्रांचा इतिहास लिहिणाराला हीच माहिती अत्यंत महत्त्वाची आहे.

हीरोची योग्यता ठरविण्यास अडचणी.—दुर्दै-वानें, टिसिबिअसचा शिष्य हीरो यानें ग्रंथ लिहिण्यांत मोठी कुशलता दाखविली असली, तरी शास्त्रीय ग्रंथ लिहितांना पाळाव्या लागणाऱ्या नैतिक नियमांची त्याला चांगलीशी जाणीव नव्हती असें म्हणावें लागतें. त्यानें आपल्या उपर्युक्त पुस्तकाच्या उपोद्घातांत असें म्हटलें आहे कीं या पुस्तकांत इतर शास्त्रज्ञांनीं मोठ्या चातुर्यानें लावलेले शोध दिलेले असून शिवाय पुस्तककर्त्यानें स्वतःचेहि कांहीं दिले आहेत. परंतु पुढें पुस्तकांत जुने शोध कोणते व नवे कोणते, हें कोठेंहि सांगितलें नाहीं. फक्त एकाच ठिकाणीं म्हणजे पाण्याच्या वजनासंबंधानें विवरण करीत असतां, पाण्यांत तरंगणाऱ्या पदार्थांविषयींचा आर्किमीडीझचा नियम दिला आहे; पण नियमाचा किंवा शोधाचा मूळ उत्पादक कोण हें जेथें सांगितलें आहे असें हें एकच स्थळ आहे. हीरोच्या लेखनामधील या दोषाबद्दल विशेष वाईट वाटण्याचें कारण, हीरोनें आपल्या ग्रंथांत विषयानुरोधानें प्रत्येक उपपत्तीचें विवेचन साग्रतः केलेलें आहे. तात्पर्य, हीरोनें अशा प्रकारची मूकवृत्ति धारण केल्यामुळें, आणि त्याच्या नंतरच्या प्लिनी व व्हिट्रूव्हिअस या लेखकांनीं आपल्या ग्रंथांत हीरोचा गुरु टिसिबिअस याचा वारंवार उल्लेख केला असतांहि हीरोचा उल्लेख मुळींच न केल्यामुळें, अलीकडील लेखकांनीं हीरोच्या स्वतःच्या अंगच्या संशोधन-गुणाबद्दल साशंक वृत्ति प्रगट केली आहे.

हीरोच्या ग्रंथांतील शोधांसंबंधीं श्रेयाचा विचार.—येणेंप्रमाणें उपोद्घातांत एक सामान्य उल्लेख करून पुढें प्रत्यक्ष ग्रंथांत मात्र सर्व शोध कोणाचेंहि नांव न देतां स्वतःच्या नांवानें देण्याचा जो हीरोनें अप्रयोजक-पणा केला त्यामुळें पुष्कळांनीं असा संशय प्रदर्शित केला आहे कीं, हीरोनें स्वतः कांहींच शोध लावले नसून त्यानें आपल्या पुस्तकांत फक्त इतरांचेच शोध सविस्तर विवेचन करून सांगितले आहेत, व म्हणून त्याला संशोधक असें मुळींच म्हणतां येत नाहीं. तें कांहींहि असलें, तरी टिसिबिअ-सनें वक्रनालिके(सायफन)संबंधाचा, पाणी चढविण्याच्या पंपाचा, व यांत्रिक वायुविद्येंतील एका यंत्राचा शोध लाविला होता हें मात्र बहुतेक निश्चित ठरलेलें आहे. हीरोनें आपल्या पुस्तकांत ज्या अनेक महत्त्वाच्या यांत्रिक गोष्टींचें विवेचन केलें आहे, त्या सर्वांच्या मुळाशीं हींच तत्त्वें आहेत असें त्या पुस्तकाच्या वाचनानें दिसून येण्यासारखें आहे. या एकंदर प्रकारामुळें आपणांस असें म्हणणें भाग आहे कीं, हीरोच्या पुस्तकांतील ज्या गोष्टींविषयीं माहिती आतां येथें यावयाची आहे त्या सर्व गोष्टी हीरोचा गुरु टिसिबिअस यानेंच आपल्या स्वतःच्या बुद्धिमत्तेनें शोधून काढल्या असल्या पाहिजेत; याबद्दलचें श्रेय हीरोला कांहीं एक नाहीं. मात्र हे सर्व शोध पुस्तकरूपानें लिहून ठेवून त्यांचा लोकांत प्रसार करण्याचें काम केल्याबद्दलचें श्रेय मात्र हीरोला दिलें पाहिजे. शिवाय जलस्थितिशास्त्रांतील आणि यांत्रिक वायु-विद्येंतील तत्त्वांचें त्यानें आपल्या पुस्तकाच्या प्रस्तावनेंत जें विवेचन केलें आहे, त्याबद्दलहि आपण हीरोचेच ऋणी आहोंत. आर्किमीडीझच्या काळापासून हीरोच्या काळापर्यंत ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांनीं यांत्रिक विद्येच्या क्षेत्रांत किती पाऊल पुढें टाकिलें होतें हें समजण्याचें हीरोची वरील प्रस्तावना हें एकच साधन आपणांजवळ आहे.

हीरोच्या ग्रंथांतील अणुवाद.—आपल्या ग्रंथांतील प्रास्ताविक विवेचनांत हीरोचा मुख्य उद्देश द्रव्याचें स्वरूप वर्णन करण्याचा होता; त्यामुळें अॅनॅक्सॅगोरस व डिमॉक्रि-टस ह्यांनीं लावलेल्या शोधांचा त्यानें त्या प्रस्तावनेंत पुनरुल्लेख केला आहे. परंतु हीरोनें या विषयाचा केवळ व्यावहारिक दृष्ट्या विचार केलेला आहे. हल्लीं आपण ज्याला अणुवाद म्हणतों त्याचें हीरोनें प्रथम स्पष्ट शब्दांत विवेचन केल्याचें येथें आढळतें. तो म्हणतो, "प्रत्येक पदार्थ लहान लहान अणूंचा बनलेला असतो, आणि अशा प्रत्येक दोन अणूमध्यें त्या अणूंपेक्षांहि लहान इतकी रिकामी जागा असते. म्हणून शक्ति लावून रिकामी जागा केल्याशिवाय रिकामी जागा कोठेंहि असूं शकत नाहीं, असें जें म्हणतात तें चूक आहे.

प्रत्येक जागा हवा किंवा पाणी किंवा दुसरा कांहीं तरी पदार्थ यानें व्यापलेली आहे. एखादा अणु आपली जागा सोडून किंचित् बाजूस सरला, कीं तत्क्षणीं दुसरा कोणता तरी अणु त्या जागीं येऊन ती जागा व्यापून टाकितो. सारांश, शोषणासारखा कांहीं तरी उपाय: योजून शक्तीचा उपयोग केल्याशिवाय सलग रिकामी अशी जागा कोठेंच असूं शकत नाहीं. किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें ह्मणजे मुद्दाम कृत्रिम उपायानें उत्पन्न केल्याशिवाय पूर्णपणें रिकामी अशी जागा कोठेंच राहूं शकत नाहीं." इतकें तात्त्विक विवेचन केल्यानंतर त्याच्या समर्थनार्थ म्हणून त्यानें पुढीलप्रमाणें खात्री पटण्यासारखीं उदाहरणें दिलीं आहेत. तो म्हणतो कीं जर पाण्याच्या दोन परमाणूंच्या मध्यें रिकामी जागा नसती तर पाण्याच्या आंत प्रकाशाचे किरण शिरूं शकले नसते; किंवा मद्यासारखा दुसरा कोणताहि पातळ पदार्थ पाण्यामधून पसरूं शकला नसता. हें जें दुसरें प्रमाण हीरोनें दिलें आहे त्याची सत्यता हीरोप्रमाणेंच चालू काळांतील पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांनांहि पटल्यावांचून रहात नाहीं. वायूंच्या अंगच्या संपीड्यतेच्या गुणावरून जें प्रमाण त्यानें दिलेलें आहे तेंहि तितकेंच त्याच्या सिद्धान्तावद्दल खात्री पटविणारें आहे. हीरोनें या विषयाचा अगदीं काळजीपूर्वक अभ्यास केलेला होता असें स्पष्ट दिसतें. त्याला हें माहीत होतें कीं हवेनें भरलेली एखादी नळी उलटी करून पाण्यांत बुडविली असतांहि तिची आंतील बाजू पाणी शिरून ओली होत नाहीं. यावरून हवा हा भौतिकपदार्थ आहे हें ठरतें. शिवाय त्याला हेंहि माहीत होतें कीं, याच हवेला उष्णता लावून तापविल्यास ती आकारानें वाढून खूप विस्तार पावते. त्याचप्रमाणें हवेवर दाब घातल्यास ती खूप संकोच पावते; पण अशा संकुचित स्थितींतून पुन्हां पूर्व स्थितींत येण्याचा ती एकसारखा प्रयत्न करीत असल्यामुळें उलट दाब उत्पन्न करते हीहि गोष्ट त्याच्या अवलोकनांत होती. तो पुढें असेंहि सांगतो कीं, हवेचा जेव्हां उष्णतेमुळें विस्तार होतो तेव्हां तदंगभूत अणूंचा आकार वाढतो असें मात्र कोणीं समजूं नये; तसेंच हवेचे अणू स्वाभाविक स्थितींत एकमेकांनां अगदीं चिकटलेले असतात, असेंहि कोणीं मानूं नये. कारण तसें असतें तर हवा दाब टाकल्यानें संकोच पावली नसती. याप्रमाणें विवेचन करून त्यानें द्रव्यविषयक असा सिद्धान्त काढला आहे कीं, घनरूप, द्रवरूप व वायुरूप या सर्व जातींच्या पदार्थांतील कणांमध्यें रिकामी जागा असते.

हीरो हा वायूच्या प्रसरणशीलतेचा मूलद्रष्टा नव्हता.–प्रत्येक पदार्थ परमाणूंचा बनलेला असतो ही कल्पना मूलतः येथें स्पष्टपणें स्वीकारलेली दिसते. परंतु त्याच्या समर्थनार्थ जीं प्रमाणें त्यानें दिलेलीं आहेत तीं निर्विवाद मान्य होण्यासारखीं नव्हतीं. शिवाय त्यानें या ठिकाणीं जी भाषा वापरली आहे तीवरून सदरहू उपपत्तीच्या जनकत्वाचा मान स्वतःकडे घेण्याचाहि हीरोचा उद्देश दिसत नाहीं. अॅनॅक्सॅगोरसनें प्रथम पदार्थांच्या अणुमय स्वरूपाची कल्पना काढली हें आपण पाहिलेंच आहे. त्याच्यानंतर होऊन गेलेल्या तीनशें वर्षांत त्या कल्पनेचा लोकांत बराच प्रसार झाला असला पाहिजे असें मानण्यास कांहीं हरकत नाहीं. वायूच्या ज्या प्रसरणशीलतेच्या गुणाबद्दल हीरोनें त्या कल्पनेच्या मूळ उत्पादकाविषयींचा यत्किंचितहि थांग लागूं न देतां बरेंच सविस्तर वर्णन केलेलें आहे, तो गुणहि टिसिबिअसनेंच प्रयोग करून पाहिलेला असावा. तथापि या गुणासंबंधाचीहि सामान्य कल्पना मूळ बरीच जुनी असणें संभवनीय आहे. कारण, तुंबडी लावण्याकरितां वैद्य लोक जो कांचेचा पेला वापरीत असत, तो निर्वात करण्यासाठीं आंतील हवा जाळीत असत असें हीरोनेंच सांगितलें आहे. हें तुंबडी लावण्याचें साधन बऱ्याच प्राचीन काळापासून प्रचारांत असावें असें दिसतें. त्या प्रकारच्या जरा सुधारलेल्या साधनाचें वर्णन करण्याकरितांच हीरोनें त्या जुन्या साधनाचा उल्लेख केला असून तो उल्लेख करतांना तें जुनें साधन सर्वांच्या चांगलें परिचयाचें होतें असें दिग्दर्शित केलें आहे.

हवेच्या दाबाचा चमत्कार दाखविण्याकडे उपयोग.–तसेंच ख्रि. पू. ५ व्या शतकांतच एम्पेडोक्लीझनें हवेच्या दावासंबंधाचा अभ्यास करून असा शोध लावला होता कीं, बंद केलेल्या नळींतील पाणी हवेच्या आधारावर राहूं शकतें. तेव्हां, हा शोधहि हीरोनें नवा लावलेला नाहीं. परंतु दाब घातला असतां किंवा उष्णता लावली असतां हवेमध्यें विस्तार पावण्याची जी एक शक्ति उत्पन्न होत असते तिचा गति उत्पन्न करण्याकडे उपयोग होऊं शकतो, ह्या गोष्टीचा मात्र हीरोच्या पूर्वीं कोणीं शोध लावला असल्याचा पुरावा कोठें दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं. हीरोला मात्र या गोष्टीची पूर्ण कल्पना आलेली होती, व त्यानें त्या गुणाचा प्रत्यक्ष व्यवहारांत उपयोगहि करून दाखविला. त्यानें हवेवर दाब घालून त्यामुळें उत्पन्न होणाऱ्या शक्तीपासून काम करून घेण्याचीं कांहीं, व उष्णतेमुळें विस्तार पावलेल्या हवेपासून उत्पन्न होणाऱ्या शक्तीपासून काम करून घेण्याचीं कांहीं, अशीं अनेक यंत्रें तयार केलीं. उदाहरणार्थ, एका देवालयांतील वेदीवर अग्नि पेटविल्यावरोबर वेदीपासून बऱ्याच अंतरावर असलेले त्या देवालयाचे दरवाजे आपोआप उघडावे, व अग्नि विझतांच ते आपोआप बंद व्हावे, अशा तऱ्हेची यांत्रिक रचना हीरोनें केली होती. हा आश्चर्यकारक प्रकार पाहून धर्मभोळे लोक चकित व मतिमूढ होऊन जात, व त्यामुळें धर्मोपदेशकांचें एक मोठें कार्य साधत असे. या यंत्राची रचना दोन प्रकारांनीं करतां येत असे. पहिल्या प्रकारच्या रचनेंत अशी व्यवस्था असे कीं, वेदीवर अग्नि पेटतांच तापलेल्या हवेचा वेदीला जोडून ठेवलेल्या भांड्यांतील पाण्यावर दाब पडूं लागे व त्यामुळें त्या भांड्यांतील पाणी नळींतून शेजारीं असलेल्या एका बादलींत पडे.

या योगानें बादलीचें वजन वाढून त्यामुळें कप्प्यांच्या व दोरांच्या साहाय्यानें ज्या खांबांवर दरवाज्याच्या फळ्या बसविलेल्या होत्या ते खांब फिरून दरवाजे उघडत. उलट अग्नि विझला कीं, हवा आकुंचन पावून बादलींतील पाणी एका वक्र नलिकेंतून परत भांड्यांत साठे, आणि बादली हलकी झाल्यावरोबर तिच्याशीं दोऱ्यांनीं जोडलेले खांब पूर्व स्थितींत येऊन दरवाजे बंद होत. दुसऱ्या तऱ्हेची रचना वरचींत थोडीशी सुधारणा करून केलेली होती. तींत पाण्याच्या भांड्याऐवजीं एक फुटबालासारख्या कातड्याच्या पिशवीचा उपयोग केला जाई व त्या पिशवीलाच कप्प्या व दोऱ्या जोडण्यांत येत. तापलेली हवा त्या पिशवींत शिरून ती फुगल्यावरोबर दोऱ्या खेंचल्या जात आणि हवा थंड होतांच दोऱ्या सैल पडत.

दुसऱ्या कांहीं प्रकारच्या यंत्रांमध्यें बंद असलेल्या भांड्यांतील थंड हवेवरच पाणी भरून दाब उत्पन्न केल्यानें त्या हवेंतल्या शक्तीचा कप्प्या, वजनें व वक्र नलिका (सायफन) यांच्या साह्याय्यानें उपयोग करून घेतलेला असे, अशाच एका यंत्रामुळें सतत उडणारें कारंजें किंवा झरा तयार करीत. याच युक्तीच्या साहाय्यानें जें एक मुलांचें खेळणें करीत असत त्यांत दहापांच पक्षी कांहीं वेळ गात राहतील व कांहीं वेळ स्तब्ध राहतील व शेजारींच असलेल्या झाडावर बसलेलें घुबड गाणें सुरू होतांच त्या पक्षांकडे वळेल व त्यांचें गाणें बंद होतांच दुसऱ्या बाजूला तोंड फिरवील अशी रचना असे. ही रचना अशी करीत कीं, त्या पक्ष्यांच्या घशांखालून नळ्या आणून बसविलेल्या असत व त्या नळ्यांतून हवा बाहेर पडूं लागली कीं पक्ष्यांचें गाणें सुरू होई. शेजारचें घुबड वळण्याची योजना मागें सांगितलेल्या देवालयांतील दरवाजांच्या रचनेप्रमाणेंच केलेली असे. हीरोनें केलेल्या बहुतेक यंत्रांत वक्रनलिकेचा उपयोग केलेला असे. तसेंच शिटीचा उपयोगहि हीरोनें पुष्कळ ठिकाणीं केलेला आहे, अशा युक्त्यांनींच त्यानें उपरिनिर्दिष्ट देवालयांत दरवाजे उघडतांच तुताऱ्या वाजूं लागाव्या अशी योजना करून दिली होती, व त्यामुळें त्या देवालयांतील गूढ गोष्टीसंबंधानें लोकांच्या मनावर अधिकच परिणाम झाला. अशा प्रकारच्या युक्त्यांनीं हिरोनें कित्येक बोलके पुतळे तयार केले होते, त्यांपैकीं थेब्स येथील अमॉनच्या देवालयांतील एक बोलका पुतळा बराच प्रसिद्ध होता.

हीरोनें केलेलें वाफेचें यंत्र.—हवेवर दाब घालून उत्पन्न होणाऱ्या शक्तीचा उपयोग मुलांचे खेळ किंवा वर सांगितलेले दुसरे कित्येक अद्भुत चमत्कार करण्याकडे करूनच केवळ हीरो स्वस्थ बसला नाहीं. हवेसंबंधाच्या वरील तत्त्वाचा उपयोग करून त्यानें एका चाकाला गति मिळून तें फिरूं लागेल अशी रचना केली, हेंच अगदीं प्राचीनतम वाफेचें यंत्र होय. या यंत्रांत गति उत्पन्न करण्याकरितां प्रत्यक्ष वाफेचा उपयोग केलेला होता. हें यंत्र एका गोळ्याचें असे. त्या गोळ्याला एका नळीचा आंस बसविलेला असून ती नळी बाजूला असलेल्या वाफेच्या भांड्याला जोडलेली होती. त्या गोळ्याला दोन बाजूंनीं दोन नळ्या असून त्यांतून वाफ जोरानें बाहेर पडूं लागली कीं, तो गोळा आंसाभोंवतीं फिरूं लागे. या वाफेच्या यंत्राचा प्रत्यक्ष व्यवहारांत कांहीं कार्य करून घेण्याकडे उपयोग करण्याचा विचार हीरोला सुचलेला असल्याचें दिसत नाहीं. तथापि हीरोनंतरच्या काळांत झालेल्या विद्वानांमध्यें कल्पकबुद्धि कायम असती, तर त्यांपैकीं कोणीं विद्वानानें हीरोच्या या वाफेच्या यंत्राचा कांहीं उपयुक्त काम करण्याकडे उपयोग करून दाखविला असता. पण वास्तविक प्रकार असा झाला कीं, हीरोनंतरच्या सुमारें दोन हजार वर्षांत हीरोच्या वाफेच्या यंत्रांत सुधारणा करून तें कार्यकारी करण्याची कल्पना कोणालाहि सुचली नाहीं. आणि शेवटीं १८ व्या शतकांत जेव्हां वाफेचीं यंत्रें करण्याची कल्पना निघाली तेव्हां तीहि हीरोच्या यंत्रावरून सुचली असल्याचें दिसत नाहीं.

हीरोचें तीर्थयंत्र.—अलीकडे हिरोच्या वाफेच्या यंत्राचें वाजवीपेक्षां फाजील स्तोम माजविण्याचा कल दृष्टीस पडतो. हीरोच्या यंत्रांत वाफेचा उपयोग गति उत्पन्न करण्याकडे करण्याचें तत्त्व प्रथम उदयास आलें यांत शंका नाहीं; परंतु त्या यंत्राला वाफेचें एंजिन म्हणतां येईल इतक्या परिणत स्वरूपास तें पोहोंचलें नव्हतें. परंतु १९ व्या शतकांत जें एक यंत्र शोधून काढलें आहे तें मात्र अगदीं त्याच स्वरूपांत हीरोनें तयार केलें होतें; तें 'पेनी-इन-दी-स्लाट' यंत्र होय. एका पेटीच्या वरच्या तोंडांत एक पेनी टाकल्यावरोबर सिगारेटची पेटी मिळावी अशी योजना केलेली असते. या पेटीची कल्पना १९ व्या शतकांतील शोधकाला हीरोच्या यंत्रावरून सुचलेली नसणें शक्य आहे; पण हा अलीकडील संशोधक दोन हजार वर्षें पाठीमागें पडलेला होता हें मात्र खास. कारण हीरोचें यंत्र अगदीं तसेंच होतें.

हीरोच्या यंत्रांत अशी योजना होती कीं, पांच ड्राक्माचें एक नाणें यंत्राच्या वरच्या तोंडांत टाकतांच त्यांतून आपोआप पवित्र जल (तीर्थ) बाहेर पडून वाटेल त्या माणसाला मिळावें ! या यंत्रांत टाकलेल्या नाण्याच्या भारानें उघडणारा एक पडदा व त्याला जोडलेली एक तरफ असे. परंतु त्या देवालयांत येणाऱ्या भक्तांच्या मनावर मागें सांगितलेल्या गोष्टींचा परिणाम झालेला असल्यामुळें ह्या गोष्टीलाहि ते दैवी चमत्कार असेंच मानीत असत. आणि त्या काळांतील यांत्रिक ज्ञान किती अपरिपक्व होतें हें लक्षांत घेतां आपणांला हें 'पेनी-इन-दी-स्लॉट' यंत्रहि मोठें चमत्कारिक वाटावें हें साहजिक आहे. कल्पनेनें संचार करून आपण या पवित्र जलसंचयाजवळ गेलों, त्याच्या तोंडांत एक ड्राक्म नाणें टाकिलें आणि हातांत तें पवित्र उदक घेतलें म्हणजे अशा वेळीं सदरहू चमत्कार आपण इंग्लंडांत किंवा अमेरिकेंत पाहात नसून फारो लोकांच्या देशांत पाहात आहों, असें मनांत

येऊन हीरो आदिकरून प्राचीन शास्त्रज्ञांबद्दल कौतुकादर वाटल्याशिवाय राहात नाहीं. या हीरोच्या काळीं टॅलेमी राजांचें राज्य आपल्या वैभवाच्या शिखरावर होतें; रोमचें लोकराज्य जगावर साम्राज्य चालवीत होतें; आल्प्स पर्वताच्या उत्तरेकडील यूरोपचा सर्व प्रदेश अगदीं रानटी स्थितींत असलेल्या लोकांनीं व्यापलेला होता; क्लियोपाट्रा आणि ज्यूलियस सीझर हीं अद्याप जन्माला यावयाचीं होतीं. आणि ख्रिस्ती शकालाहि अद्याप सुरुवात व्हावयाची होती ! अशा प्राचीन काळींहि शास्त्रीय ज्ञानाची प्रगति इतक्या उच्च मर्यादेपर्यंत पोहोंचलेली होती हें पाहिलें म्हणजे मनाला खरोखरच असें वाटूं लागतें कीं, आतां या पृथ्वीच्या पाठीवर नवी अशी कोणतीच गोष्ट व्हावयाची उरलेली नाहीं.

रोमन वर्चस्वाच्या काळास आरंभ.—ख्रि. पू. तिसऱ्या शतकांत अलेक्झांड्रियन काळांतील शास्त्रीय ज्ञान अगदीं शिखरास जाऊन पोहोंचलें होतें, हें आतांपर्यंत आपण पाहिलें. ख्रि. पू. दुसऱ्या शतकांत सुद्धां हिप्पार्कससारखा पहिल्या प्रतीचा संशोधक निर्माण झाला होता. परंतु हिप्पार्कसला अलेक्झांड्रियन काळांतील शास्त्रज्ञ म्हणणें केवळ औपचारिकच आहे. तिसऱ्या शतकानंतरच्या कांहीं पिढ्यांत नाइल नदीच्या मुखाजवळ असलेलें राजधानीचें शहर (अलेक्झांड्रिया) शास्त्रीय ज्ञान व तत्त्वज्ञान या दोहींचें केंद्रस्थान म्हणून गणलें जात होतें; व टॅलेमी राजांचें राज्य दिसावयाला तरी पूर्वकालाप्रमाणेंच भरभराटींत असून त्यांच्या राजधानींतल्या सुप्रसिद्ध संग्रहालयांत व ग्रंथालयांत बऱ्या प्रतीचे वैयाकरणी व टीकाकार सरस्वतीच्या उपासनेला वाहून घेतलेले दृष्टीस पडत असत. तथापि, जगाच्या इतिहासाचें स्वरूप या दुसऱ्या शतकांत झपाट्यानें बदलत चाललें होतें. ग्रीस देश कांहीं थोडा काळ आपलें राजकीय वर्चस्व गाजवून आतां मागें पडत चालला होता. आणि पश्चिमेकडील रोम शहरांतले चलाख डोक्याचे लोक सर्व ठिकाणीं आपली सत्ता प्रस्थापित करीत चालले होते. ऱ्होडस येथील हिप्पार्कस आपल्या तारुण्यावस्थेंत असतांनाच ग्रीस देशांतलें शेवटलें भक्कम ठाणें जें कॉरिंथ शहर, त्याचा सुद्धां रोमन लोकांच्या सामर्थ्यामुळें पाडाव झाला; आणि टॅलेमी राजांचें राज्य नांवाला जरी स्वतंत्र होतें तरी तेंहि हळूहळू रोमन लोकांच्या अंमलाखालीं जाण्यास सुरुवात झाली होती.

रोमन काळांतील नवविचारप्रसूतीचा अभाव.—राजकीय वातावरणांत चालू असलेल्या या फेरबदलाचा ग्रीक लोकांच्या मनोव्यापारामध्यें स्थित्यंतर घडवून आणण्याच्या कामीं कितपत परिणाम झाला या प्रश्नाच्या उत्तरासंबंधानें विद्वानांमध्यें मतभेद होणें साहजिकच आहे. तथापि, कोणत्या कारणानें कां म्हणाना, पण तिकडे रोमन लोक जगजेते म्हणून वैभवास चढूं लागतांच इकडे अलेक्झांड्रियाचें संशोधक व कल्पक बुद्धीचें केंद्र म्हणून जें महत्त्व होतें तें कमी कमी होत चाललें, ही वस्तुस्थिति मात्र कोणाला नाकबूल करतां येत नाहीं. या रोमन वर्चस्वाच्या काळांत कांहीं नांवाजण्यासारखे विद्वान् होऊन गेले, नाहीं असें नाहीं; पण एकंदरीनें हा काळ नवविचारप्रसवपरिप्लुत नव्हता; केवळ शास्त्रीय ज्ञानांतील प्रगतीची पूर्वस्मृति करून देणारा होता, असें म्हणणें भाग पडत आहे. या काळांतल्या विद्वानांनीं मागील पिढ्यांतल्या विद्वानांचे शास्त्रीय शोध एकत्र करून ठेवण्याचें कामच बहुतेक केलें. नवेनवे अपूर्व असे शोध त्यांनीं स्वतःच्या कल्पक बुद्धीनें फारसे लावले नाहींत. सर्व पृथ्वीच्या आकारात्रें मापन करणारा मोठा कल्पक विद्वान् जो एराटॉस्थिनीझ त्याच्या मागून स्ट्रेबो या नांवाचा विद्वान् प्रसिद्धीस आला; परंतु त्यानें दीर्घ परिश्रमानें अनेक विषयांसंबंधाची पूर्वी अस्तित्वांत असलेली माहिती एकत्र करून ठेवण्याची कामगिरीच कायती केली, अगदीं नवा असा एकहि शोध लावला नाहीं. ज्योतिषशास्त्रांतील सिद्धान्त सोडविण्याच्या नव्या नव्या रीती शोधून काढणारे पंडित ॲरिस्टार्कस व हिप्पार्कस यांच्या मागून टॉलेमी नांवाचा विद्वान् ज्योतिषशास्त्रांत नांवारूपास आला; पण त्यानें वरील विद्वानांच्याच रीतींत भर घालून त्यांना पूर्णत्वास नेलें, आणि त्यांनीं लावलेले निरनिराळे शोध व मिळविलेली माहिती सुव्यवस्थित रीतीनें लिहून एकत्र करून ठेविली. या काळांत तिकडे पश्चिमेकडे रोम शहर राजकीय वैभव अनुभवीत असूनहि तेथें विद्याकलांची अभिवृद्धि फारशी झाली नाहीं. रोम शहर बौद्धिक व्यवसायांचें केंद्रस्थान असें कधींच बनलें नाहीं. रोमन लोकांची बुद्धिमत्ता उच्च दर्जाची होती, पण तिचें स्वरूप सर्वस्वीं राजकीय होतें. रोमच्या इतिहासांत सुप्रसिद्ध असलेल्या ऑगस्टन युगांत सुद्धां कवि व इतिहासकार असे थोडकेच झाले, आणि मोठ्या योग्यतेचा तत्त्ववेत्ता किंवा मोठा कल्पक शास्त्रीय संशोधक असा तर एकहि झाला नाहीं. सिसिरो, ल्यूथिअन, सेनिका, मार्कस ऑरीलिअस यांनां पाहिजे तर तत्त्ववेत्ते म्हणावें; पण त्यांनीं आपल्या ग्रंथांत पूर्वी होऊन गेलेल्या ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांचे विचारच प्रतिबिंबित केलेले आहेत असें कबूल करावें लागेल. रोम येथील शास्त्रीय ज्ञानासंबंधाच्या एकंदर इतिहासांत प्रामुख्यानें झळकणारा जगप्रसिद्ध विद्वान् म्हणजे प्लिनी; पण त्याची योग्यता सुद्धां, दीर्घ प्रयत्नांनीं हरएक विषयाची माहिती मिळवून ती एकत्र करून ठेवणारा रोमन लोकांतील एक ज्ञानकोशकार याहून अधिक नाहीं. कारण त्यानें सुद्धां शास्त्रीय ज्ञानांत नव्या अशा एकाहि शोधाची भर घातलेली नाहीं.

तेव्हां एकंदरीनें पाहतां या रोमन वर्चस्वाच्या काळांतील शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीचा इतिहास देण्याचें काम अगदीं थोडक्यांत आटपणारें आहे. शास्त्रेतिहासांत हेलेनिस्टिक या नांवानें जो काळ प्रसिद्ध आहे, त्याच काळांत शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीप्रीत्यर्थ ग्रीक लोकांच्या प्रयत्नांची कमाल मर्यादा दिसून येते. त्याच वेळीं प्राचीन काळांतील

शास्त्रीयज्ञान शिखरास पोहोंचलेलें दिसतें. प्रस्तुत प्रकरणांतला रोमन वर्चस्वाचा काळ म्हणजे संक्रमणकाळाप्रमाणें आहे. हा काळ पूर्वीच्या काळांतील शास्त्रीय ज्ञानाच्या उच्च शिखरापासून पुढें येणाऱ्या मध्ययुगांतील शास्त्रीय अज्ञानासंबंधाच्या खोल, अंधारमय दरीपर्यंत नेऊन पोहोंचविणाऱ्या पाश्चात्य अधःपातरूपी उताराच्या मध्यभागीं असलेला लहानशा सपाट प्रदेशासारखा आहे. तथापि नुकत्याच उल्लेखिलेल्या ग्रंथकारांनीं शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत जे प्रयत्न केले ते अगदीं च उपेक्षणीय होते असें नाहीं; म्हणून येथें त्यांनीं केलेल्या कामगिरीचें अधिक तपशीलवार विवेचन करणें प्राप्त आहे.

रोमन भूगोलशास्त्रज्ञ स्ट्रेबो.—कालानुक्रमानुसार या काळांतला अगदीं पहिला विद्वान् स्ट्रेबो हा होय. प्राचीन काळांतील अत्यंत सुप्रसिद्ध असा हा भूगोलशास्त्रज्ञ अॅमासायापॉंटस येथें ख्रि० पू० ६३ च्या सुमारास जन्मला, आणि तो इ. स. २४ पर्यंत जिवंत होता, म्हणजे सीझर व ऑगस्टस यांच्या कारकीर्दींत इजिप्तच्या राज्याचा राजकीय दर्जा पूर्णपणें बदलून तें रोमच्या अमलाखालीं गेलें त्यावेळीं स्ट्रेबो हयात होता. स्ट्रेबो हें नांव एका निराळ्या रूपांत हल्लीं कायमचें लोकांच्या परिचयाचें होऊन बसलें आहे पण त्याचें कारण अगदीं निराळें व चमत्कारिक आहे. या भूगोलशास्त्रज्ञाला तिरकें पाहण्याची एक मोठी चमत्कारिक खोड होती; व तिजमुळेंच या तिरळेपणाच्या खोडीला 'स्ट्राबिस्मस' असें नांव पडून तेंच अलीकडील पाश्चात्य नैत्रवैद्यकाच्या ग्रंथांत रूढ होऊन राहिलें आहे.

स्ट्रेबोचा भूगोलग्रंथ.—तथापि स्ट्रेबोच्या सुदैवानें त्याचें नांव आपणांस परिचित व्हावयास वर सांगितलेला त्याच्या तिरळेपणाचा ऐकीव पुरावाच केवळ कारण झालेला नाहीं. त्याचा विस्तृत माहितीनें भरलेला भूगोलशास्त्रावरील ग्रंथ आज आपणांस संपूर्ण स्थितींत उपलब्ध आहे. हा उच्चदर्जाच्या प्राचीन ग्रंथांपैकीं एक असून माहितीच्या दृष्टीनें त्याची उपयुक्तता फार मोठी आहे. स्ट्रेबोनें या ग्रंथाखेरीज दुसरेहि अनेक ग्रंथ लिहिले असून त्यांतच ज्यांच्या विषयीं आज परंपरागत माहिती उपलब्ध आहे त्या इतिहास ग्रंथांचा अंतर्भाव होतो, पण हे सर्व ग्रंथ नष्ट झाले आहेत. त्यांपैकीं एकहि हल्लीं उपलब्ध नाहीं. वर सांगितलेला भूवर्णनात्मक ग्रंथ अनेक दृष्टींनीं नांवजण्यासारखा आहे. तो त्या काळांतील ग्रंथांचा एक उत्तम नमुनाच आहे; कारण त्यांत स्ट्रेबोच्या पूर्वीं होऊन गेलेल्या त्या विषयांतील विद्वानांनीं परिश्रमपूर्वक मिळविलेल्या माहितीचें सविस्तर वर्णन दिलेलें असून शिवाय ग्रंथकर्त्यानें त्यावर जागोजाग स्वतः टीकाहि केलेली आहे. पण त्यांत भूगोलशास्त्र विषयासंबंधीं नवीन अशीं तत्त्वें मुळींच नाहींत. भूवर्णनासंबंधानें मात्र पुष्कळ नवी माहिती त्यांत दिलेली आहे. क्षेत्रफळ, अन्तर, अक्षांश व कटिबंध यांनां धरून ठरविलेलीं निरनिराळ्या नगरादिकांचीं भूपृष्ठावरील स्थानें, आणि अशीच अनेक प्रकारची इतर माहिती या ग्रंथांत आहे. त्या काळीं या तपशीलवार दिलेल्या माहितीची उपयुक्तता पुष्कळ असेल यांत शंका नाहीं. परंतु अलीकडील पिढ्यांतील लोकांनां मात्र या ग्रंथाचें ऐतिहासिक महत्त्वच काय तें उरलें आहे. आपणांला आज, स्ट्रेबोनें त्याच्या पूर्वीं होऊन गेलेल्या ग्रंथकारांवर केलेली टीका व समयानुसार मधून मधून दिलेली ऐतिहासिक व शास्त्रीय माहिती, एवढ्याच गोष्टी उपयोगाच्या आहेत. प्राचीन काळांतील ज्ञानप्रगतीच्या अगदीं शेवटच्या कालविभागांत हा ग्रंथ लिहिलेला असल्यामुळें, आणि त्यांत प्राचीन काळांतील लोकांनां भूगोलाविषयीं असलेली सर्व माहिती थोडक्यांत दिलेली असल्यामुळें, ज्यांनां शास्त्रीय विचारांच्या अभिवृद्धीचा ऐतिहासिक दृष्टीनें अभ्यास करावयाचा आहे, अशा विद्वानांनां हा ग्रंथ हल्लींहि फार उपयोगी पडण्यासारखा आहे.

स्ट्रेबोनें वर्णन केलेलें भूगोलशास्त्राचें महत्त्व.—तत्कालीन व तत्पूर्वकालीन विद्वानांनां भूगोलासंबंधाची शास्त्रीय माहिती किती होती हें स्ट्रेबोच्या ग्रंथांतील उतारे दिल्यानेंच नीट समजण्यासारखें असल्यामुळें तें येथें देत आहोंत.

तो म्हणतोः—एखाद्या विषयाचें शास्त्रीय पद्धतीनें संशोधन करीत बसणें हें जर तत्त्ववेत्त्यांचें खरें कर्तव्य असेल तर प्रस्तुत ग्रंथांत ज्या विषयाचें विवेचन करावयाचें आहे त्या 'भूवर्णन' या विषयास बरेंच उच्च स्थान देणें प्राप्त आहे. याला कारणें अनेक आहेत. एक तर ज्यांनीं यापूर्वींच या विषयाचा व्यासंग सुरू केला ते सर्व मोठ्या योग्यतेचे विद्वान् होते. होमर, मायलीझिआचा रहिवाशी आनॅक्सिमँडर व हेकॉटिअस (एराटॉस्थिनीझच्या मतें हा स्ट्रेबोचाच गांवकरी होता) डिमॉक्रिटस, युडॉक्सस, डायसीआर्कस, एफोरस व इतर कित्येक व त्यांच्यानंतर झालेले एराटॉस्थिनीझ पोलिबिअस व पॉसिडोनिअस; हे सर्व इसम मोठाले तत्त्ववेत्तेच होते. शिवाय या भूगोलविषयाचें ज्ञान मिळविण्याची लायकी, ज्या लोकांनां मानवी व दैवी अशा दोन्ही प्रकारच्या गोष्टींचें ज्ञान आहे, त्या लोकांमध्येंच असते. म्हणजे ही लायकी तत्त्ववेत्त्यांमध्यें असते. भूगोलज्ञानाचा उपयोग व्यापारधंदे वगैरे सामाजिक व्यवसायामध्यें, व त्याचप्रमाणें राज्यकारभार वगैरे राजकीय गोष्टींमध्यें पुष्कळ होतोच; पण शिवाय या विषयाच्या अध्ययनानें अन्तरिक्षांतील गोलांच्या व्यापारांचेंहि आपणांस ज्ञान होतें. जमिनीवर व पाण्यांत वस्ती करून असणारे प्राणी, आणि पृथ्वीवरील निरनिराळ्या भागांत होणाऱ्या वनस्पती, फळें व इतर चमत्कारिक वस्तू या सर्वांचें ज्ञान आपणांस भूगोलविषयाच्या अभ्यासानें मिळतें आणि हें सर्व ज्ञान मिळविण्याचा जो प्रयत्न करतो, त्याची मनुष्याच्या सुखदुःखासंबंधीचे महत्त्वाचे प्रश्न सोडविण्याबद्दल खरी खरी कळकळ दिसून येते.

स्ट्रेबोच्या ग्रंथांतील विषयाचें स्वरूप.—स्ट्रेबो पुढें म्हणतो कीं, होमर हाच पहिला मोठा भूगोलशास्त्रज्ञ होता, असें हिप्पार्कस इत्यादि अनेक विद्वानांप्रमाणेंच माझेंहि मत आहे. स्ट्रेबोनें त्या आद्यकवीच्या भौगोलिक ज्ञानावद्दल वरेंच लिहिलेलें आहे; पण तें येथें सांगण्याची जरूरी नाहीं. एराटॉस्थिनीझपासूनच्या ज्या ज्या भूगोलशास्त्रज्ञांविषयीं त्यानें लिहिलें आहे, तेवढ्यांचा मात्र आपणांस येथें विचार कर्तव्य आहे. त्यांच्या संबंधानें लिहितांना कोणत्याहि प्रकारचा पक्षपात न करतां त्यानें सरळ बुद्धीनें केवळ सत्याकडे दृष्टि ठेविलेली दिसते. एराटॉस्थिनीझचा त्यानें वारंवार उल्लेख केलेला आहे. तथापि,स्ट्रेबोचा हा ग्रंथ वाचीत असतां, मात्र असें स्पष्ट दिसून येतें कीं, स्ट्रेबो हा केवळ इतरांच्या ग्रंथांचें संशोधन करणारा होता. स्वतःच्या कल्पनेनें स्वतंत्र विचार करणारा नव्हता. तसेंच लांबी, रुंदी, आकार, असल्या किरकोळ गोष्टींकडेच त्यानें विशेष लक्ष पुरविलें असून, भूगोलशास्त्रांतील मोठाल्या गहन प्रश्नांचा कांहींच ऊहापोह केलेला नाहीं. स्वतःची चिकित्सक बुद्धि फारशी न चालवितां त्यानें त्या काळीं सर्वमान्य होऊन बसलेल्या सर्व गोष्टी आपल्या ग्रंथांत ग्राह्य म्हणून दिल्या आहेत.

पृथ्वीचा वाटोळेपणा व त्याचीं कारणें.—तो म्हणतो "पृथ्वीच्या आकारासंबंधानें इतर लेखकांनीं लिहून ठेविलेलें आहे, व त्याच गोष्टी बरोबर म्हणून ग्राह्य धरलेल्या आहेत. पृथ्वीचा आकार वाटोळा आहे, तिचा पृष्ठभागहि वाटोळा आहे, तसेंच आकाशांतील सर्व गोल पृथ्वीच्या मध्यभागाकडे ओढले जात असतात व ते तिच्या भोंवतीं फिरत असतात, ही गोष्ट प्रत्यक्ष नजरेला दिसत असल्यामुळें साधारण मनुष्यालाहि सहज पटण्यासारखी आहे.पृथ्वी वाटोळी आहे, हें समुद्रावर प्रवास करणाऱ्या लोकांच्या तावडतोब प्रत्ययास येतें. कारण, बऱ्याच अंतरावर असलेले दिवे जहाजावरील लोकांनां प्रथम दिसत नाहींत, पण जवळ जवळ गेलें म्हणजे ते दिसूं लागतात. जहाजावरील उंच जागीं चढून वघूं लागतांच प्रथम अदृश्य असलेले दूरदूरचे पदार्थहि दृग्गोचर होऊं लागतात. ही कल्पना तर होमरच्याहि एका वाक्यांत व्यक्त झालेली आहे. तसेंच किनाऱ्याकडे जातांना प्रथम ठेंगणे दिसणारे पदार्थ जवळ गेल्यावर उंच उंच होत जातात. अंतरिक्षांतील गोल पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतात ही गोष्ट रोज डोळ्यांनां दिसणारीच आहे. व पृथ्वीची खोली अनंत असती तर ही गोलांची नित्य प्रदक्षिणा अशक्य झाली असती, हें थोडासा विचार करतांच कोणाच्याहि सहज ध्यानांत येण्यासारखें आहे.

पृथ्वीचा परिघ.—पृथ्वीच्या आकारासंबंधाच्या प्रश्नाचा ऊहापोह एराटॉस्थिनीझनें बराच सविस्तर केला आहे, यावद्दल स्ट्रेबोनें एका ठिकाणीं त्यावर टीका करून या मुद्द्यावर इतका पाल्हाळ लावीत बसण्याचें कारण नव्हतें असें म्हटलें आहे. अर्थात्, मागील ६०० वर्षांच्या अवधींत ग्रीक विद्वानांचें पृथ्वीच्या वाटोळेपणावद्दल ठाम मत झालेलें दिसतें. असें असूनहि पुढील काळांत पौरस्त्य लोकांच्या मतांचा परिणाम होऊन पाश्चात्त्य देशांत सुद्धां पृथ्वी गोल नसून सपाट आहे असें चुकीचें मत प्रसृत झालें. पृथ्वीचा आकार एराटॉस्थिनीझनें ठरविला होता तोच स्ट्रेबोनें दिला असून त्यानंतरच्या कांहीं विद्वानांचा आकारासंबंधाचा आंकडाहि त्यानें दिला आहे. पॉसिडोनिअसनें पृथ्वीचा परिघ १८० हजार स्टेडिआ असल्याचें ठरविलें होतें. हा हिशोब त्यानें ऱ्होड्स येथील दक्षिणेकडच्या अन्तरिक्षावर दिसणाऱ्या एका ताऱ्याची उंची मोजून, तिची अलेक्झांड्रियांतून दिसणाऱ्या त्या ताऱ्याच्या उंचीशीं तुलना करून केला आहे. पृथ्वीच्या आकारासंबंधानें हेच आंकडे पुढें मध्ययुगांतील बऱ्याच काळापर्यंतहि यूरोपांत प्रचलित होते.

पृथ्वीवरील स्थलभाग.—स्ट्रेबो हा खरा ज्योतिषशास्त्रज्ञ नसून भूगोल व इतिहास या विषयांवरील खरोखर केवळ लेखकच असल्यामुळें, त्यानें आपल्या ग्रंथांत भूगोलाच्या सर्व भागांसंबंधानें विचार न करतां फक्त त्या वेळीं ज्ञात असलेल्या—विशेषतः मनुष्यसमाजानें व्यापून टाकलेल्या—भूभागासंबंधानेंच माहिती दिलेली आहे. हा वस्ती असलेला भाग म्हणजे एक मोठें बेट आहे असें तो निश्चयात्मक म्हणतो. "कारण, मनुष्य कोणत्याहि दिशेनें लांव प्रवास करीत गेला तरी शेवटीं त्याला समुद्रच आढळतो." कोणीहि तत्कालीन समुद्रप्रवाशांनीं पृथ्वीप्रदक्षिणा केलेली नव्हती हें तर खरेंच, पण दूरदूरचीं जलपर्यटनें करणारालाहि मध्यें भूखंड आडवें आल्याचा अनुभव नव्हता. शिवाय अतलांतिक महासागराचे दोन भाग असून त्यांच्यामध्यें एक संयोगीभूमि आहे, असें जें कित्येकांचें मत होतें तेंहि स्ट्रेबोला मान्य नव्हतें. प्लेटोनें मिसरदेशीय पुरोहितांच्या आधाराबर सोलोननें वर्णिलेल्या अॅटलँटॉस बेटाच्या दंतकथेंत कांहीं तरी सत्याचा अंश आहे असें प्लेटोप्रमाणें स्ट्रेबोलाहि वाटत होतें; "परंतु एके काळीं अस्तित्वांत असलेलें हें बेट आतां नाहींसें झालें आहे," असें त्याचें मत होतें.

सारांश स्पेनपासून निघून जलमार्गानें पृथ्वीप्रदक्षिणा करून हिंदुस्थानला जाऊन पोहोंचणें शक्य आहे, यावद्दल स्ट्रेबोला मुळींच संशय नव्हता. त्या काळीं हें अनुमान इतकें वस्तुस्थितिनिदर्शक वाटत असे कीं, कोलंबसाच्या शोधाचें इसवी सनाच्या पंधराव्या शतकांत जेवढें कौतुक झालें तेवढें पहिल्या शतकांत झालें नसतें. पृथ्वीची प्रदक्षिणा त्या काळीं झाली नाहीं त्याचें कारण पृथ्वीच्या वाटोळेपणावद्दल संशय हें नसून समुद्रावरील प्रवासांतला धोका हेंच होतें.

मानवाधिष्ठित पृथ्वीचा आकार.—मनुष्यवस्ती असलेला पृथ्वीचा भाग हा एक बेट आहे, या ठाम समजुतीप्रमाणें दुसरी एक अशी ठाम समजूत होती कीं, या बेटाचा आकार लष्करी शिपायाच्या कोटासारखा आहे. स्ट्रेबोच्या एका ठिकाणीं असें मत आढळतें कीं, पृथ्वीची

लांबी तिच्या रुंदीच्या दुपटीहून अधिक आहे. या वर्णनाशीं वरील कोटीची उपमा चांगलीशी जुळत नाहीं. आणखी एका ठिकाणीं असें लिहिलेलें आहे कीं, पृथ्वीच्या भूमध्यरेषेनजीक व उत्तरेकडे शीत कटिबंधांत मनुष्याला राहणें शक्य नाहीं. प्राचीन काळांतील सर्व सुसंस्कृत समाजाची वस्ती भूमध्यसमुद्राभोंवतालच्या भूप्रदेशांत आणि त्याच अक्षांशावरील पूर्व दिशेकडील भागावरच कायती असल्यामुळें भूगोलशास्त्रज्ञांनीं मानवाधिष्ठित पृथ्वीचा आकार त्या वेळच्या नकाशांतून यवासारखा दाखविलेला आहे; आणि मनुष्याची वस्ती असलेल्या भूप्रदेशासंबंधाची हीच कल्पना ॲनॅक्सगोरसपासून स्ट्रेबोपर्यंतच्या सर्व विद्वानांनां मान्य होती असें दिसतें.

पृथ्वीचे कटिबंध.—स्ट्रेबोनें कटिबंधासंबंधानें पुष्कळ माहिती आपल्या ग्रंथांत दिलेली आहे. थेलीझ [थेल्स], पायथॅगोरस यांनींहि पृथ्वीचे हवामानानुसार निरनिराळे विभाग ठरविले होते असें म्हणतात. कटिबंध पांच आहेत असें स्ट्रेबोनें सांगितलें असून पोलिबिअसनें सहा कटिबंध मानल्यावद्दल त्यानें पोलिबिअसवर टीका केली आहे. स्ट्रेबोचें पांच कटिबंधांचें वर्णन असें आहे. पहिला वस्ती करण्यास अयोग्य असलेला उष्ण कटिबंध भूमध्यरेषेच्या प्रदेशांत आहे; दुसरा व तिसरा हे उष्णकटिबंधाच्या पलीकडे अयनवृत्तापर्यंत दोन बाजूंनां प्रत्येकीं एक एक असे आहेत. व त्यांच्या पलीकडे आर्क्टिक प्रदेशापर्यंत पसरलेले दोन ' समशीतोष्ण ' कटिबंध आहेत. भूगोलाचे हे असे कटिबंध कधीं व कसे पडले यावद्दल शास्त्रज्ञांमध्यें त्या काळीं बराच मतभेद होता. परंतु उत्तरेकडील समशीतोष्ण कटिबंध ह्याच भूगोलकार ज्याचें वर्णन करतो तो मनुष्याधिष्ठित पृथ्वीचा भाग आहे, यावद्दल सर्वांचें एकमत होतें. दक्षिणेकडील ' समशीतोष्ण ' कटिबंध वस्ती करण्यास योग्य आहे, असें कित्येक ह्मणत; पण ह्यावद्दलचें मत निश्चित ठरलेलें नव्हतें. या निरनिराळ्या मतांनां प्रत्यक्ष पुरावा कोणाजवळ नसल्यामुळें स्ट्रेबोसारख्या लेखकानें त्यावद्दल ठाम मतें आपल्या ग्रंथांत दिलेलीं नाहींत, यांत आश्चर्य नाहीं. स्ट्रेबोच्या लेखनांतील अनिश्चितता पुढील उताऱ्यावरून निदर्शनास येईल.

" पृथ्वीचे एकंदर पांच कटिबंध आहेत असें मानतात. (१) पृथ्वीच्या भोंवतालीं एक भूमध्यरेषेचें वर्तुळ आहे; (२) त्याला समांतर असें दुसरें एक वर्तुळ असून त्यानें उत्तरगोलार्धांतील शीतकटिबंधाची मर्यादा निश्चित केलेली आहे; (३) आणखी एक वर्तुळ आहे. तें दोन ध्रुवांमधून जातें व वर सांगितलेल्या दोन वर्तुळांनां ते काटकोनांत छेदितें. उत्तरगोलार्धाचे दोन भाग आहेत; भूमध्यरेषा व ध्रुवांमधून जाणारें वर्तुळ या त्याच्या मर्यादा आहेत. यांपैकीं एक भाग समुद्रानें वेष्टिलेला असून बेट आहे. तथापि हें बेट नाहीं असें कोणास वाटत असलें; तरी त्या योगानें भुवर्णनशास्त्राच्या अभ्यासकास कांहीं अडचण येत नाहीं. कारण, भूगोलशास्त्राला मनुष्यांची वस्ती असलेल्या व मनुष्याला ज्ञात असलेल्या प्रदेशाचेंच कायतें वर्णन करावयाचें असतें. "

अक्षांशविषयक ज्ञान.—निरनिराळ्या भूभागांचें संशोधन करण्याचे त्या काळीं प्रयत्न झाले. ते व त्यांसंबंधानें स्ट्रेबोनें जी टीका केली आहे ती येथें देण्याचें कारण नाहीं. युडॉक्सस नांवाच्या एका प्रवाशानें अतलांतिक महासागरांत व पिथिअस नांवाच्या इसमानें उत्तरेकडे दूरवर प्रवास केलेला होता. या पिथिअसनेंच मार्सेल्स व बिझॅन्शिअम् या दोन्ही शहरांत जाऊन तेथें शंकूची छाया सारख्याच लांबीची पडते असें आढळल्यामुळें तीं दोन्ही शहरें एकाच अक्षांशावर आहेत असें ठरविलें होतें. निरनिराळ्या अक्षांशांच्या मर्यादा ठरविण्याची बिनचूक रीत त्या काळच्या लोकांनां माहीत होती, हें यावरून स्पष्ट दिसतें. रीत बरोबर असल्यावर उत्तरें एखादे वेळीं चुकीचीं आल्यास त्यावद्दल प्राचीनांस फारसा दोष देण्याचें कारण नाहीं. म्हणून निरनिराळ्या स्थळांतील अन्तरासंबंधानें चुकीचीं उत्तरें काढलेल्या विद्वानांवर स्ट्रेबोनें टीका केली आहे, तिकडेहि आपण दुर्लक्ष करूं. आतां ही स्ट्रेबोसंबंधाची माहिती पुरी करण्यापूर्वी त्यानें व तत्कालीन इतर विद्वानांनीं मान्य केलेले तीन प्रमुख सिद्धान्त येथें सांगतों. स्ट्रेबो म्हणतो, " (१) पृथ्वी व अंतरिक्ष हीं गोलाकार आहेत, (२) ज्यांनां वजन आहे असे सर्व पदार्थ तिच्या मध्यबिंदूकडे ओढले जात असतात. (३) ती गोलाकार असल्यामुळें आणि तिचा व अंतरिक्षाचा मध्य एकच असल्यामुळें ती अचल आहे; व तिच्याप्रमाणेंच पृथ्वी व अंतरिक्ष यांच्यांमधून जाणारा आंसाहि अचल आहे. पृथ्वी आणि हा आंस यांच्याभोंवतीं पूर्वेकडून पश्चिमेकडे अंतरिक्ष फिरत असतें. अचल असलेले तारेहि अंतरिक्षावरोवर तितक्याच वेगानें पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतात. भूमध्यरेषा, अनयवृत्तरेषा व ' आर्क्टिक ' रेषा यांनां समांतर असलेल्या वर्तुलाकार मार्गांनीं हे तारे पृथ्वीभोंवती फिरतात. ग्रह सूर्य व चंद्र हे मात्र राशीचक्रांतील वर्तुलाकार मार्गांनीं जातात. "

या वर्णनांत बरोबर व चुकीच्या विधानांचें मजेदार मिश्रण पहावयास मिळतें. पृथ्वी गोलाकार आहे हें पायथॅगोरियन पंथांतील मत त्या काळीं सर्वांच्या परिचयाचें झालेलें होतें; परंतु पृथ्वीच फिरत असते, या आरिस्टार्कसच्या मताचें मात्र सर्वस्वीं विस्मरण झाल्यासारखें दिसतें. स्ट्रेबोच्या ग्रंथांत अथपासून इतिपर्यंत त्याचा कोठें उल्लेखहि आलेला नाहीं. या काळांतल्या इतर लेखकांनींहि त्या मताची संभावना याहून अधिक केलेली दिसत नाहीं.

रोमन पंडित प्लिनी व त्याचा सृष्टिविज्ञानावरील ग्रंथ.—अलेक्झांड्रियामध्यें राहून स्ट्रेबो आपल्या भूगोलवर्णन या विषयाचें परिशीलन ज्या वेळीं करीत होता, त्याच सुमारास एक तरुण इसम रोम शहरीं आला. प्राचीन काळांतील

सर्व लॅटिन ग्रंथकारांपेक्षां या इसमाचें नांव शास्त्रीय ज्ञानाच्या इतिहासांत अधिक सुप्रसिद्ध होऊन रहावें, अशी भवितव्यता होती. याचें नांव प्लिनिअस सिकंडस. याचा याच नांवांचा एक पुतण्या सुप्रसिद्ध लेखक होता; व दोघांच्या नांवांचा घोटाळा होऊं नये म्हणून याला थोरला प्लिनी या नांवानें संबोधण्याचा प्रघात पडलेला आहे. थोरल्या प्लिनीच्या तत्कालीन प्रसिद्धीसंबंधानें अशी एक गोष्ट सांगतात कीं, एकदां सुप्रसिद्ध रोमन इतिहासकार लिव्ही हा रोम शहरांतील सभागृहाजवळ दूरच्या स्पेन देशांतल्या एका रहिवाशाजवळ सहज बोलत उभा असतांना त्याला म्हणाला, "तुम्हीं आपल्या देशांतहि माझ्या ग्रंथासंबंधानें ऐकलें असलें पाहिजे खास." त्यावर त्या परकी इसमानें उत्तर दिलें, "असें असेल तर तुमचें नांव लिव्हि किंवा प्लिनी असलें पाहिजे." तात्पर्य प्लिनीचें नांव त्याच्या हयातींतच रोमन साम्राज्यांतील दूरदूरच्या लोकांनां देखील ठाऊक झालेलें होतें.

प्लिनीचें सृष्टिविज्ञान.—पुढें मध्ययुगांतलि ग्रंथ पाहिल्यास त्यांवरून असें दिसून येतें कीं, प्लिनीच्या मरणोत्तरहि शतकानुशतकें त्याची कीर्ति यत्किंचित् कमी झाली नव्हती. छापण्याची युक्ति निघण्यापूर्वी ग्रंथांच्या हस्तलिखित प्रती तयार करण्यास फार श्रम पडत असत; पण तितके परिश्रम करून प्राचीन काळांतील ज्या मोठमोठ्या ग्रंथांच्या साद्यंत प्रती करून ठेविलेल्या आपणांस आज उपलब्ध आहेत असे ग्रंथ अगदीं थोडे आहेत; व त्यांपैकींच प्लिनीचा सृष्टिविज्ञान (नॅचरल हिस्ट्रि) नांवाचा ग्रंथ हा एक आहे. प्लिनीचा हा ग्रंथ खरोखरच नांवाजण्यासारखा आहे. तत्कालीन ग्रंथांचा हा उत्कृष्ट नमुना आहे. हें सर्व खरें असलें, तरी या ग्रंथकर्त्याची योग्यता दीर्घोद्योगी संग्राहकापेक्षां अधिक नाहीं. प्लिनी स्वतंत्र बुद्धीचा कल्पक लेखक असल्याचें त्याच्या ग्रंथावरून दिसून येत नाहीं. वैयक्तिक मानवी परिश्रमाचें स्मारक या दृष्टीनें याच्या ग्रंथाच्या तोडीचा दुसरा ग्रंथ क्वचितच आढळेल; प्लिनीचें बहुतेक आयुष्य लष्करी शिपाई या नात्यानें रोमन साम्राज्याकरितां लढाया मारण्यांत गेलें होतें ही गोष्ट लक्षांत घेतली, म्हणजे तर प्लिनीचा हा ग्रंथ अधिकच कौतुकास्पद वाटतो. प्लिनीनें हा ग्रंथ रोजच्या झोंपेच्या आवश्यक तासांपैकीं कांहीं काळ नियमितपणें लष्करी छावणींतल्या दिव्यांशीं लिहीत बसून तयार केलेला आहे. असें असून त्याच्या ग्रंथांत बाहेरच्या सुमारें चार हजार ग्रंथांतील उतारे व उल्लेख आलेले आढळतात. या उल्लिखित ग्रंथांपैकीं बहुतेक आज नष्ट झालेले असून प्लिनीच्या ग्रंथामुळेंच त्यांचें तत्कालीन अस्तित्व आपणांस विदित होतें. संशोधन करण्याची त्याची आवड इतकी तीव्र होती कीं, हर्क्युलेनिअम व पाँम्पीयी हीं दोन शहरें व्हेसुव्हियस या ज्वालामुखीच्या ज्या स्फोटामुळें बेचिराख झालीं, त्याचें स्वरूप आपल्या प्रत्यक्ष नजरेनें अवलोकन करतां यावें म्हणून ज्वालामुखीच्या तोंडानजीक जाण्याचा प्लिनी प्रयत्न करीत असतां प्राणास मुकला.

प्लिनीच्या ग्रंथाची योग्यता.—प्लिनीचे आवडते विषय वनस्पतिशास्त्र व प्राणिशास्त्र हे होते, आणि या विषयांची प्रत्यक्ष माहिती मिळविण्याची भरपूर संधि त्याला शिपाईगिरीची नोकरी करीत असतां लष्कराबरोबर अनेक देशांत फिरावें लागल्यामुळें मिळाली हें उघड आहे. परंतु स्वतः प्रत्यक्ष अवलोकनानें मिळविलेली माहिती व इतरांच्या ग्रंथांतून घेतलेली माहिती त्यानें आपल्या ग्रंथांत अशी मिसळून दिली आहे कीं, त्यांची निवड करणें फार कठिण आहे. आणि अशी निवड करण्याची फारशी जरूरीहि नाहीं; कारण ग्रंथावलोकनानें मिळविलेली किंवा प्रत्यक्ष सृष्ट्यवलोकनानें मिळविलेली कोणत्याहि प्रकारची माहिती तो देत असे. सर्वत्र त्याची दृष्टि फक्त संग्राहक असे. त्याच्या एकंदर ग्रंथावरून तो तात्त्विक बुद्धीचा चिकित्सक, किंवा सिद्धान्तकार, किंवा शास्त्रीय ज्ञानक्षेत्रांतील नवमार्गदर्शक असल्याचें कोठेंच दिसत नाहीं. नव्या नव्या स्वतंत्र कल्पनांनीं भरलेल्या अशा शास्त्रेतिहासांतील एका प्रगतिप्रचुर महायुगाच्या अखेरीच्या काळांत तो जन्मास आलेला होता. शास्त्रेतिहासांत नवसिद्धान्तशून्य असे कित्येक काळ आढळतात, अशा काळांत असंख्य शोधक केवळ निरनिराळ्या प्रकारची माहिती जमा करण्याचें म्हणजे तत्त्वविचारपरिप्लुत असे ग्रंथ लिहीण्याची साधनसामुग्री संग्रहित करण्याचें काम करीत असतात. अशा माहितीचा उपयोग करून एखादा ज्ञानकोशहि सहज तयार करतां येण्यासारखा असतो. अशा प्रकारच्या काळांत प्लिनी जन्मलेला होता; व त्याचा सृष्टिविज्ञान (नॅचरल हिस्टरी) हा ग्रंथ म्हणजे एक ज्ञानकोशच आहे. त्यामध्यें तत्कालीन ज्ञानाच्या प्रत्येक शाखेसंबंधाची माहिती विपुल पण विस्कळित रीतीनें आणि कोणत्याहि प्रकारची टीका किंवा चिकित्सा न करतां दिलेली आहे. या ग्रंथांत वनस्पती व प्राणी यांसंबंधाची माहितीच विशेष आहे; आणि ग्रंथकर्त्यानें जर थोडी फार स्वतःची चिकित्सक बुद्धि वापरली असती, तर या ग्रंथाची योग्यता पुष्कळच अधिक वाढली असती. पण वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, स्वतःचें एकहि मत न देतां 'अमका असें म्हणतो,' "तमका तसें म्हणतो" असा प्रत्येक ठिकाणीं प्रस्ताव करून त्यानें अधाशाप्रमाणें हातीं पडला तो तो ग्रंथ वाचून त्यांत जें जें महत्त्वाचें आढळलें त्या सर्वांचे उतारे आपल्या ग्रंथांत दिलेले आहेत. असल्या त्याच्या या ग्रंथांत काय काय आहे त्याची पूर्ण कल्पना पुढील एका उताऱ्यावरूनच होण्यासारखी आहे. तो म्हणतो "एके ठिकाणीं असें नक्की सांगितलेलें आहे कीं, सी-स्टार (समुद्र-तारा) नांवाचा जो मासा असतो, त्याच्या अंगाला कोल्ह्याचें रक्त चोपडून तो दरवाजाला तांब्याच्या खिळ्यानें ठोकून बसवून ठेवल्यास त्या घराला घातक जादूटोण्याची किंवा दुसऱ्या कोणत्याहि अनिष्ट गोष्टींची बाधा होत नाहीं." अशा तऱ्हेची

व्यावहारिक उपयोगाची सविस्तर माहिती ज्या ग्रंथांत दिलेली आहे त्याचा लोकांमध्यें फार मोठया प्रमाणांत प्रसार व्हावा हीं गोष्ट साहजिक आहे. इतकेंच काय, पण आपल्या हल्लींच्या सुधारलेल्या काळांत सुद्धां सृष्टिविज्ञान या विषयावरील ग्रंथांत वर दिलेल्या नमुन्याची लोकांतील वेडगळ व भोळ्या धर्मसमजुतीसंबंधाची माहिती दिल्यास तशा ग्रंथाचा आजहि खप पुष्कळ अधिक होईल. काळें मांजर आडवें गेलें म्हणजे तो शुभशकून असतो, असें मानणारा मनुष्य आजहि वरील प्रकारची माहिती असलेला ग्रंथ हटकून विकत घेईल. तात्पर्य प्लिनीच्या सुप्रसिद्ध ग्रंथाची लोकप्रियता वाढण्याला त्यांतील खऱ्या उपयुक्त माहितीप्रमाणें वरील प्रकारची वेडगळपणाची माहितीहि पुष्कळ अंशीं कारणीभूत झालेली आहे. असो. तें कांहींहि असलें तरी रोम येथील हा सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ लोकप्रिय लेखक होता. प्रत्यक्ष प्रयोग करून नवे नवे शोध लावणारा शास्त्रज्ञ नव्हता हें उघड आहे. शास्त्रीयज्ञानाचा प्रसार कसा कसा होत गेला याचा इतिहास सांगणाराला प्लिनीचा ग्रंथ महत्त्वाचा आहे; पण शास्त्रीय विषयांचीं तत्वें यांविषयीं ज्याला इतिहास सांगावयाचा आहे त्यानें या ग्रंथाकडे बहुतेक दुर्लक्ष केलें तरी चालण्यासारखें आहे.

ग्रीकरोमन काळांतील शास्त्रीय ज्ञानाचें पर्यालोचन.—इतिहास हा एक अखंड वाहणारा प्रवाह आहे, हा आधुनिक इतिहासकारांचा एक आवडता सिद्धान्त होऊन बसला आहे. या त्यांच्या सिद्धान्ताला आधारहि भरपूर आहे. इतिहासरूपी कालौघाला मध्येंमध्यें नजरेंत भरण्यासारखे बंधारे घातलेले दिसतात, पण तो मानवी बुद्धीच्या पृथक्करणप्रियतेचा पुरावा आहे, तें निसर्गाचें कार्य नव्हे. इतिहासरूपी प्रवाहाचा ओघ नेहमीं बदलत असतो ही गोष्ट नाकबूल करणें मूर्खपणाचें आहे. कित्येक वेळां हा प्रवाह खूप जोरानें वाहत असलेला दिसतो; कित्येक वेळां तो खूप रुंद आणि दिसावयाला स्थिर दिसतो; व कित्येक वेळां इतिहासांत इतक्या भयंकर आकस्मिक घडामोडी दिसून येतात कीं, त्यांवरून भयंकर राक्षसी धबधब्यांची आठवण होते. जोराचे प्रवाह आणि भोंवरें, विस्तृत आणि शांतगंभीर संगमस्थानें, आणि भयंकर खळखळाट करणारे धबधबे हीं निरनिराळीं स्वरूपें एका प्रवाहाचींच होत; परंतु यांपैकीं प्रत्येक स्वरूप दुसऱ्या स्वरूपाहून इतकें स्पष्टपणें भिन्न असतें कीं त्यांची वर्गवारी करून त्यांनां पृथक् नांवें देणें भाग पडतें.

हीच गोष्ट इतिहासाच्या ओघालाहि लागू आहे. हा ओघ अखंड असतो हें जरी ठाम असलें तरी, त्यांत कालविभाग पाडणें भाग पडतें. असे भाग पाडतांना विशिष्ट सन विशिष्ट फेरबदलाचे निदर्शक, असें पूर्वीचे इतिहासकार मानीत असत. तसें करणें रास्त होणार नाहीं. उदाहरणार्थ रोमन साम्राज्याचा इ. स. ४७६ मध्यें एका झटक्यासरसा अंत झाला असें मानणें अयुक्तिक होईल. तथापि रोमन काळाच्या अखेर इतिहासाच्या ओघांत बराच मोठा फेरबदल झाला हें म्हणणें प्रत्येक इतिहासाभ्यासकाला पटण्यासारखेंच आहे.

थेल्सपासून गॅलेनपर्यंतचा काल सुमारें आठ शतकांचा म्हणजे अजमासें तीस पिढ्यांचा आहे. या सर्व काळांत थोर विद्वान् शास्त्रज्ञ निपजला नाहीं अशी एकहि पिढी गेली नाहीं. परंतु या कालविभागाशीं त्याच्याच पुढील आठ शतकांच्या कालविभागाची तुलना करून पाहिल्यास असें आढळून येतें कीं, त्या पुढील एकंदर तीस पिढ्यांमध्यें एकसुद्धां पहिल्या प्रतीचा शास्त्रज्ञ जन्माला आला नाहीं. तेव्हां बौद्धिक उलाढालीचीं प्रथम आठशें वर्षें बौद्धिक वैभव उपभोगिणाऱ्या प्रथम तीस पिढ्या, व नंतर त्यांच्या मागून बौद्धिक प्रगतिशून्य अशीं आठशें वर्षें किंवा सामान्य बुद्धीच्या तीस पिढ्या; अशा तऱ्हेचा हा देखावा दुरून पाहणाराला दिसतो. अर्थात् तत्कालीन प्रेक्षकाला हा देखावा अगदीं निराळ्या प्रकारचा वाटला असला पाहिजे; परंतु कोणत्याहि देखाव्याची यथायोग्य कल्पना येण्यास तो दुरूनच पाहावा लागतो, असा यथादर्शनशास्त्राचा नियम आहे. म्हणून इतक्या दूरच्या काळांतल्या आपणाला पूर्वग्रहशून्य दृष्टीनें गतकालाचें अवलोकन करतां असें निर्विवाद दिसून येतें कीं, ज्या वेळीं उत्तरयूरोपमधील रानटी टोळ्या ग्रीस व इटालीवर टोळधाडीप्रमाणें पसरूं लागल्या त्या सुमारास इतिहासांतलें एक महत्त्वाचें युग संपून नव्यास आरंभ झाला. त्या सुमारास ज्याला इतिहासकार प्राचीन काळ म्हणून संबोधितात त्या काळांतील प्रगतीची परिसमाप्ति झाली असें म्हटल्यावांचून राहावत नाहीं. सुमारें आठशें वर्षें ग्रीक लोकांच्या विचारांचा पगडा सर्वत्र बसलेला होता; परंतु त्यानंतरच्या कालविभागांत या लोकांचा दर्जा अगदीं दुय्यम प्रतीचा बनला. त्यांच्या पूर्व कालांतील विचारांचा मात्र इतर मानव जातींवर परिणाम होत होता. अशा प्रकारच्या या ग्रीकरोमन काळाचा निरोप घेण्यापूर्वी त्या काळांतील शास्त्रीय संशोधकांनीं मिळविलेल्या विजयांचें येथें समालोचन करणें अप्रासंगिक होणार नाहीं. म्हणून आतांपर्यंत सांगितलेल्या माहितीचा थोडक्यांत सारांश सांगूं.

सृष्टिरचनाशास्त्रांतील शोध.—सृष्टिरचनाशास्त्रासंबंधानें पाहातां ग्रीक विद्वानांनीं असे सिद्धांत केले होते कीं, पृथ्वी गोलाकार आहे, चंद्र रचनेच्या बाबतींत आपल्या पृथ्वीसारखाच असून आकारानें मात्र बराच लहान आहे; आणि सूर्य चंद्रापेक्षां पुष्कळच मोठा आणि अनेक पटींनीं दूर अन्तरावर आहे. पृथ्वीचा प्रत्यक्ष आकार, त्याचप्रमाणें तिच्या आंसाशीं होणारा क्रांतिवृत्ताचा कोन हीं मोजून त्यांनीं काढलेलीं उत्तरें बऱ्याच अंशीं बरोबर होतीं. चंद्र व सूर्य यांच्या गतींत अनियमितपणा आढळून येतो त्याचें कारण त्यांनीं तात्विक दृष्ट्या असें ठरविलें होतें कीं, पृथ्वी चंद्रसूर्यांच्या कक्षामार्गाच्या बरोबर मध्यभागीं स्थिति झालेली नाहीं. अपचक्रांचा सिद्धान्त हा स्वतः जरी चूक असला तरी तो

बऱ्याच अंशीं शुद्ध शास्त्रीय कल्पनांनां पटेल अशाच पद्धतीनें बसविलेला होता. ग्रहमालेच्या मध्यभागीं सूर्य असून पृथ्वी व इतर ग्रह त्याच्या भोंवतीं फिरत असतात, हा वस्तुस्थितिनिदर्शक सत्य सिद्धांतहि त्या कालीं पुढें मांडण्यांत आला होता. परंतु दुर्दैवानें या काळाच्या अखेरीच्या वजनदार विद्वानांनीं तो मान्य केला नाहीं. म्हणून या बाबतींत पुढील काळांतल्या विद्वानांनां पूर्वीच्या सिद्धान्तांत क्रांति घडवून आणणारें कार्य करावयाची आवश्यकता होती. संपातबिंदूंचें चलन व चंद्राच्या खगोलीय रेखांशांत होणारा फेरबदल यांचीं कारणें त्यांनां समजलीं नव्हती; त्याचप्रमाणें पृथ्वीची बरोबर लांबीरुंदी, आणि सूर्याचें अंतर व आकार,या बाबतींत त्यांनीं काढलेलीं उत्तरें फक्त एका बाबतींत स्थूल मानानें बरोबर असून बाकीचीं फार हास्यास्पद दिसतील इतकीं चूक होतीं. हे सर्व दोष असले तरीहि ग्रीक ज्योतीषशास्त्रज्ञांनीं केलेली कामगिरी एकंदरीनें फार मोठी होती. पृथ्वी गोलाकार आहे या ग्रीक विद्वानांच्या एका सत्यसिद्धान्तानेंच इजिप्तबाबीलोनियन काळ (शास्त्रोदयकाळ) आणि ग्रीक–रोमन काळ या दोन काळांतील मोठा महत्त्वाचा फरक दिसून येतो.

भौतिक शास्त्रांतील शोध.–भौतिक शास्त्रांतहि ग्रीक-रोमन काळांत संशोधनाच्या कार्यास आरंभ होऊन मोठे शोध लागण्यास सुरुवात झालेली दिसते. गतिशास्त्र आणि जलस्थितिशास्त्र या भौतिक शास्त्रांतील शाखांस प्रथमच आरंभ झालेला दिसतो; भूमितिशास्त्र तर बऱ्याच परिणत दशेस पोहोंचलें होतें; आणि त्रिकोणमितिशास्त्राचाहि भक्कम पाया घालण्यांत आला. पृथ्वी, जल, हवा आणि अग्नि हीं चार रसायनशास्त्रांतील मूलद्रव्यें आहेत ही कल्पना ढांसळून त्या शास्त्रांतील संशोधन योग्य दिशेनें होण्यास सुरुवात झाली होती. तसेंच सर्व विश्व अत्यंत सूक्ष्म व अविभाज्य अशा परिमाणूंतून मूळ उत्पन्न झालें, हा शास्त्रीय सिद्धान्त केवळ कल्पनासृष्टींतच होता, तरी तो सिद्धान्त ओळखण्याइतकी सृष्टींतील गूढें उकलण्याच्या कामांतली विलक्षण सूक्ष्म दृष्टि विद्वानांत उत्पन्न झालेली होती यांत शंका नाहीं.

जीवशास्त्रांतील शोध.–जीवशास्त्राच्या क्षेत्रांत विशेष डोळ्यांत भरण्यासारखी प्रगति झाली नव्हती हें खरें असलें, तरी शारीरशास्त्र, इंद्रियविज्ञानशास्त्र व प्राणिशास्त्र या ज्ञानशाखांतील सिद्धान्त शोधून काढण्याकरितां आरंभीं जी साधनसामुग्रीची जुळवाजुळव करावी लागते ती मात्र या काळांतील विद्वानांनीं करून ठेविली होती.

उपर्युक्त शास्त्रज्ञांची वास्तव्यभूमि.––या ग्रीक–रोमन काळांतील विद्वानांनां भूगोलाचा जो पृष्ठभाग माहीत होता त्याचा नकाशा पुढें घेऊन थेलीझ (थेल्स)पासून गॅलेन पर्यंतचे शास्त्रज्ञ लोक ज्या ठिकाणीं होऊन गेले तीं स्थलें लक्षांत घेतल्यास आपणांस एक मोठी विलक्षण गोष्ट दिसून येते; ती ही कीं, या बड्या ग्रीक पंडितांपैकीं बहुतेक खुद्द ग्रीस देशांत न राहणारे होते. आपली दृष्टि आशियामायनर व त्याला लागून असलेलीं बेटें यांच्याकडे वळविली असतां आपणांस असें दिसून येतें कीं, या भागांत थेलीझ, आनॅक्सिमँडर, अॅनॉक्सिमेनझ, हेराक्लायडीस, पायथॅगोरस, अॅनाक्सॅगोरस, साक्रेटीस, अॅरिस्टार्कस, हिप्पार्कस, युडॉक्सस, फिलोलेउस आणि गॅलेन हे बडे बडे विद्वान् जन्मलेले होते. इजियन बेटांच्या उत्तरकिनाऱ्याकडील प्रदेशांत ल्युसिपस, डेमॉक्रिटस आणि आरिस्टॉटल यांचें मूळ ठिकाण होतें. पश्चिमेकडे दूरच्या इटाली देशांत पायथॅगोरस व झीनॉफानेझ हे आपल्या उत्तरवयांत, आणि पार्मेनिडेझ, एम्पेडोक्लीझ, झीनोफानेझ व आर्किमीडीझ हे मुळापासून रहात होते. युक्लिड, पर्गाचा अपॉलोनियस, हिरॉफिलस, अरासिस्ट्रेटस, अॅरिस्टिपस, एराटॉस्थिनीझ, टिसिबिअस, हीरो, स्ट्रेबो, आणि टॅलेमी ह्यांची उत्तरआफ्रिका ही जन्मभूमि किंवा वास्तव्यभूमि होती. आतांपर्यंत ज्यांची हकीकत दिलेली आहे अशा फक्त उच्च प्रतीच्या विद्वानांचीच स्थलदृष्ट्या वर्गवारी केल्यास ती अशी पडते. या यादींत दुय्यम प्रतीच्या विद्वानांचाहि समावेश केल्यास, वरील सिद्धान्तास अधिकच बळकटी येण्यासारखी आहे.

आतांपर्यंत केलेल्या वर्णनांत ग्रीक, किंवा जे स्वतःस हेलीनीझ म्हणून म्हणत असत त्या लोकांचीच हकीकत आलेली आहे; आणि जनसमुदायवाचक या शब्दांनीं यूरोपखंडाच्या दक्षिणेकडील एका कोपऱ्यांतल्या भूमध्यसमुद्रांत घुसलेल्या एका लहान खडबडीत द्वीपकल्पांत राहणाऱ्या लोकांचा निर्देश होतो. हें द्वीपकल्पच ग्रीक संस्कृतीचा मायदेश असें आपण मानतों. तथापि उपरिनिर्दिष्ट एकंदर विद्वानांपैकीं एकहि खुद्द ग्रीसमध्यें जन्मलेला नव्हता; आणि ज्यांनीं आपल्या उभ्या आयुष्यांत एकदां तरी ग्रीसमध्यें पाऊल टाकलें होतें, असे लोक पांचांत एकहि पडत नाहींत. अगदीं शपथपूर्वक सांगावयाचें म्हटलें तरी असें सांगतां येईल कीं, अगदीं उच्च दर्जाचा असा फक्त एकच ग्रीक तत्त्ववेत्ता काय तो खुद्द ग्रीक देशांत जन्मास आलेला होता. तो तत्त्ववेत्ता प्लेटो हा होय, आणि तो मात्र वरील विद्वानांमध्यें सर्वांत श्रेष्ठ होता. हें एक या अद्वितीय विद्वानाचें अपवादात्मक उदाहरण सोडून दिल्यास (आणि या विद्वानाचें आईबापहि ग्रीस देशाबाहेरचेच होते), ग्रीसमधील सर्व उच्च प्रतीचे विद्वान् ग्रीक साम्राज्याच्या केंद्रभूमींतले नसून दूरदूरच्या प्रांतांतलेच होते, असें दिसून येतें. आणि या ग्रीक साम्राज्यांतील निरनिराळे प्रांत इतके दूरदूर पसरलेले होते कीं, त्यांतील ग्रीक रहिवाशांचा इतर अनेक राष्ट्रांतल्या लोकांशीं संबंध अवश्यमेव येत असे. ही गोष्ट लक्षांत घेतल्यास आपणांस हें ताबडतोब कबूल करावें लागेल कीं, निरनिराळ्या मानवजातींचा वर्णसंकर झाल्यानें बौद्धिक उन्नतीस उत्तेजन मिळतें, या सिद्धान्तास पुष्टि देणारें ग्रीक साम्राज्यां-

तल्या विद्वानांइतकें समर्पक उदाहरण जगाच्या इतिहासांत इतरत्र क्वचितच आढळेल.

उच्च वंशसंकरापासून ज्ञानवृद्धि.—शिवाय येथें आणखी एका महत्त्वाच्या गोष्टीचा उल्लेख केल्यावांचून पुढें जातां येत नाहीं. मानववंशसंकरानें बौद्धिक उन्नतीला चालना मिळते हें खरें आहे, परंतु असल्या संकरापासून अत्युत्तम फलप्राप्ति व्हावी अशी इच्छा असेल, तर उच्च दर्ज्यांच्या संस्कृतींतील मानववंशांचाच कायतो एकमेकांत वर्णसंकर होणें आवश्यक असतें. ग्रीक साम्राज्यांत अशीच स्थिति झालेली होती. आशिया मायनरमध्यें ग्रीकांचा ज्या सेमेटिक लोकांशीं शरीरसंबंध झाला, ते अनेक शतकांच्या उच्च संस्कृतींत मुरलेले लोक होते. इटलींत ग्रीकांचा संबंध ज्या अंब्रियन, ओस्कन व एट्रुस्कन लोकांशीं आला त्या लोकांची प्राचीन परंपरा आपणांस फारशी माहीत नसली, तरी त्यांच्या ज्या स्मारकवजा वस्तू आपणांस उपलब्ध आहेत त्यांवरून त्यांची बरीच उन्नति झालेली होती हें स्पष्ट दिसतें. रोमन काळाच्या अखेरीस निरनिराळ्या जातींचें जें मिश्रण झालें त्यांत यूरोपच्या उत्तरेकडून आलेल्या रानटी जाती होत्या. अशा वर्णसंकरापासून रोमनग्रीक संस्कृतीला शोभणारी उच्च दर्जाची प्रजा निर्माण होण्याची अशा करणें म्हणजे गांवठी घोड्यांच्या कळपांतून दोन तीन पिढ्यांत उत्तम शर्यती घोडा निर्माण होण्याची अपेक्षा करण्याइतकेंच निष्फळ आहे. विकासवाद असल्या उत्क्रांती मान्य करीत नाहीं. केल्ट, गॉथ, हूण व स्लाव्ह या उत्तरयूरोपांतील रानटी जाती आणि ग्रीक-रोमन लोक या दोघांच्या मिश्रणापासून उत्पन्न झालेली प्रजा, प्राचीन ग्रीक-रोमन प्रगतीचा गाडा पुढें चालू करण्यास समर्थ होण्यापूर्वी, त्या वर्णसंकरोत्पन्न प्रजेस प्राचीन ग्रीकरोमनांचा उच्च सांस्कृतिक दर्जा प्राप्त होण्यास अनेक पिढ्यांचा काळ लागला, हें विकासवादास अनुसरूनच झालें. ग्रीक रोमन काळानंतर जो प्रगतिशून्यतेचा किंवा अधोगतीचा सातआठशें वर्षांचा काळ गेला, त्याचें हें एक कारण असावें असें वाटतें. तथापि हें त्या अधोगतीच्या अनेक कारणांपैकीं एक होय.

शास्त्रविकास व लोकभ्रम.—रानटी जातींच्या राष्ट्रांचा शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीवर एकंदर कसकसा अनिष्ट परिणाम झाला त्याची आणखी माहिती पुढील प्रकरणांतून येईलच. तूर्त येथें दुसऱ्या एका मुद्द्याचा विचार करूं. हा मुद्दा ग्रीक लोक व प्राच्य लोक त्यांच्या कित्येक समजुतींचा पाश्चात्य लोकांच्या मनावर पुढील काळांत जो अत्यंत महत्त्वाचा परिणाम झालेला दिसतो त्या संबंधाचा होय. मध्ययुगांतील आरंभींच्या पिढ्यांवर त्या समजुतींचा परिणाम, प्रत्यक्ष खऱ्या असलेल्या ग्रीक लोकांच्या शास्त्रीय सिद्धांतापेक्षांहि अधिक झाला. परंतु या सत्यशास्त्रीय प्रगतीच्या ग्रीक काळांत ग्रीक लोकांत मिथ्या वेडगळ समजुती मुळींच नव्हत्या असें कोणीं समजूं नये. असें समजणें चुकीचें आहे, ही गोष्ट ग्रीक वाङ्मयाचें बरें ज्ञान असणाऱ्या सामान्य वाचकालाहि सहज दिसून येणारी आहे, मात्र हें खरें आहे कीं, शास्त्रोदय काळांतील विद्वानांपेक्षां ग्रीकरोमन काळांतील विद्वान् असल्या असद्ग्रहापासून पुष्कळ अलिप्त होते. ग्रीक रोमन काळांतील झीनाफानेझ, एम्पेडोक्लीझ, ॲनॅक्सॅगोरस व प्लेटो ह्या प्रथमारंभींच्या विद्वानांच्याहि विश्वाविषयींच्या कल्पना आश्चर्य मानण्याइतक्या बुद्धिवादाच्या कसोटीला उतरण्यासारख्या होत्या.

'वैद्यकशास्त्राचा जनक' हिपॉक्राटेझ यानें अभिचार विद्येला पूर्णपणें अर्धचंद्र देऊन सर्व रोग नैसर्गिक कारणांपासूनच उत्पन्न होतात हा सिद्धान्त ग्राह्य केला होता ही गोष्ट मागें सांगितलीच आहे. त्यानंतर थोडक्याच काळानें सोफिस्ट पंथाच्या लोकांनीं सर्वच परंपरागत ज्ञानाला विरोध दाखवून प्रत्येक गोष्टीबद्दल संशय घेण्यास सुरुवात केली. या संशयवादी पंथाच्या आद्यप्रवर्तकाच्या नांवावरून ह्या पंथाला पीऱ्हेनिझम असें टोपणनांवहि पडलें होतें. अलेक्झांड्रियन काळांतील सर्वच विद्वान् भोळ्या समजुतींपासून पुष्कळ अंशीं अलिप्त असले पाहिजेत; नाहींतर सृष्टींतील व्यापारांचें प्रत्यक्ष अवलोकन करून त्यांपासून शुद्ध तर्कबुद्धीला पटतील अशीं अनुमानें बिनदिक्कत काढण्यास ते पुढें सरसावले नसते. युक्लिड आणि आर्किमीडीझ, आरिस्टार्कस व एराटॉस्थिनिझ आणि हिप्पार्कस व हीरो, असले विद्वान् पौरस्त्य लोकांतील भोळ्या वेडगळ समजुतींनां बळी पडलेले आणि सृष्टींतील गूढ गोष्टी, जादूटोणा, मंत्रतंत्र असल्या गोष्टींवर विश्वास ठेवणारे असतील अशी कल्पनासुद्धां मनाला शिवत नाहीं. हिरॉफिलस, एरासिस्ट्रेटस आणि गॅलेन अशा वैद्यकशास्त्रज्ञांचा भूतपिशाचें व त्यांच्या बाधा असल्या गोष्टींवर विश्वास असता तर त्यांच्या हातून शारीरशास्त्राचा अभ्यास इतक्या समतोल वृत्तीनें झालाच नसता.

रोमन लोकांतील भ्रामक समजुतींचा शास्त्रविकासास विरोध.—या टॉलेमीच्या काळांतील शारीरशास्त्रज्ञांच्या उद्योगाला तत्कालीन इजिप्शियन लोक भयंकर भ्रष्टाकारच मानीत असत. खरोखरच तो उद्योग परंपरागत विचारांत क्रान्ति उडवून देणारा होता. तो इतका क्रान्तिकारक होता कीं, ग्रीकरोमन काळानंतरच्या पिढ्यांत ते नवे क्रांतिकारक विचार टिकावच धरूं शकले नाहींत. हिरॉफिलस पासून गॅलेन पांच शतकांनंतरचा, पण त्याला रोममध्यें मनुष्यप्राण्यावर शस्त्रप्रयोग करून संशोधन करून पाहण्याची अधिकाऱ्यांकडून मनाई करण्यांत आलेली होती. या एकाच गोष्टीवरून रोमन लोकांची शुद्ध शास्त्रीय संशोधनाबद्दलची वृत्ति कशा प्रकारची होती हें स्पष्टपणें दिसून येतें. याच रोमन लोकांच्या समाजांतील सर्व दर्जांचे स्त्रीपुरुष वर्तुलाकार नगरसभागृहांत दाटीदाटीनें बसून स्वतःचे देशबंधू द्वंद्वयुद्धाच्या किंवा संकरयुद्धाच्या सामन्यांत एकमेकांस प्रत्यक्ष ठार मारीत असतांना हर्षभरानें पहात असत. अशा सामन्यांत प्रतिपक्ष्याच्या प्राणघातक हल्ल्यांत मृत होऊन पडलेला नवा नवा

प्रत्येक बळी पाहतांच अखिल प्रेक्षक वर्गांतून आनंदातिरेकाच्या प्रचंड आरोळ्या निघत असत. अशा तऱ्हेनें मरण पावलेल्या वीसवीस व कधींकधीं तर शंभरशंभर सुद्धां खेळाडूंचीं शवें क्रीडांगणांतून अत्यंत निष्ठुरपणानें फरफटत ओढीत नेऊन शेजारच्या खड्ड्यांत तिरस्कारपूर्वक लोटून देण्यांत येत असत. सारांश, जणूं काय पृथ्वीच्या पाठीवर अद्याप दया नामक धर्म उदय पावलेलाच नाहीं; आणि मनुष्यजीवित म्हणजे पाण्यावरचा यःकश्चित् बुडबुडा आहे, असें म्हणावयास लावणारे प्रकार या काळांत चालत असत. वरील प्रकारचे अत्यंत निर्घृणपणाचे देखावे जे लोक अत्यंत आनंदानें पहात असत तेच लोक एखादा शस्त्रवैद्य त्या विकलांग होऊन पडलेल्या खेळाडूवर शस्त्रप्रयोग करून शास्त्रीय ज्ञानांत भर घालण्याकरितां पुढें सरसावल्यास 'अधर्म, अधर्म' म्हणून त्याच्या कृत्यास मनाई करण्यास तयार असत. एखादा खेळाडू आपल्या सामनेवाल्याच्या शरीरांत साध्या खेळामध्यें सुरा भोंसकतांना पाहण्यांत रोमन लोकांनां कोण गंमत वाटत असे! अशा रीतीनें झालेल्या जखमेंतून भळभळ रक्त वाहिलेलें पाहण्यांत रोमन लोकांनां काय आनंद होत असे! परंतु अशा खेळाडूंच्या मृत होऊन पडलेल्या शरीराला एखाद्या शस्त्रवैद्यानें आपल्या सुरीनें स्पर्श करावयाचा म्हटल्यास मात्र तो त्या लोकांनां मोठा अधर्म व भ्रष्टाकार वाटे!! प्रत्यक्ष जिवंतपणीं मनुष्यदेहाची त्यांनां कांहीं पर्वा वाटत नसे, पण मनुष्य मृत झाला कीं त्याच्या मरणोत्तर स्थितीसंबंधानें भूतपिशाचादि अनेक भोळेपणाच्या कल्पना लोकांच्या मनांत येत असत. रोमन साम्राज्याच्या आरंभींच्या अत्यंत भरभराटीच्या काळांत रोमन लोकसमाजांत वरील प्रकारची मनोवृत्ति दिसून येते. ही मनोवृत्ति पाश्चात्य लोकांवर पौरस्त्य लोकांतील तत्वज्ञानाचा परिणाम होण्यापूर्वींच रोमन लोकांत होती ही गोष्ट विशेष लक्षांत घेण्यासारखी आहे.

ग्रीकांतील लोकभ्रम.—अलेक्झांड्रियन काळांत वरील रोमन काळापेक्षां पुष्कळ अधिक सुधारलेली स्थिति होती, असें वर सांगितलें आहे; पण त्या काळांतहि मोठमोठे विद्वान् लोक व सर्वसामान्य जनता या दोघांच्या मनोवृत्तींत पुष्कळच अन्तर होतें. हें अन्तर स्पष्टपणें निदर्शनास यावें ह्मणून ग्रीक वाङ्मयांतून चिरनिराळ्या काळांतील ग्रंथांतले कांहीं उतारे येथें देतों. प्रथमारंभीं होमर व हेसियड यांच्या काव्यांचा विचार करूं. हे कवी व त्यांचे तत्कालीन व भविष्यकालीन अनेक पिढ्यांतले वाचक, या जगांत देव नामक अदृश्य कोटींतल्या अनेक व्यक्ती वावरत असून त्या मनुष्य कोटींतील व्यक्तींच्या कृत्यांवर अंमल चालवितात असें मानीत असत. या प्राचीन ग्रीक काव्यांत तत्कालीन समजुतींचीं वर्णनें कोणतीं आणि केवळ रूपकदृष्टांतात्मक अलंकारिक वर्णनें कोणतीं हें नक्की सांगणें कठिण आहे; आणि त्या दृष्टीनें सर्व काव्यांचें पृथक्करण येथें करीत बसण्याची जरूरहि नाहीं. प्रस्तुत मुद्द्याच्या समर्थनार्थ इतर प्राचीन ग्रंथांत सांगितलेल्या तीनचार गोष्टी येथें देतों.

ख्रि. पू. ४७९ मध्यें झेरक्सस बादशहाच्या उर्वरित सैन्याशीं ग्रीक सैन्याच्या प्लॅटिओ येथें झालेल्या सामन्यासंबंधाची हिरोडोटसनें आपल्या इतिहासांत दिलेली हकीकत प्रथम येथें उदाहरणार्थ घेऊं. या ठिकाणीं दोन्ही सैन्यें समोरासमोर आल्यानंतर प्रथम हल्ला कोणीं करावा या विवंचनेंत पडलीं होतीं; कारण असें दिलें आहे कीं, जी बाजू प्रथम हल्ला करील ती अपयश पावणार असें शकुन पाहणारानें सांगितलें होतें. पर्शियन सैनिक तितके धर्मभोळे नसल्यामुळें किंवा लढाईस अधिक उत्सुक असल्यामुळें त्यांनीं प्रथम हल्ल्यास सुरुवात केली आणि ग्रीक सैन्यांत कापाकाप करूं लागले; तरी सुद्धां ग्रीक सैनिकांनीं लढण्यास सुरुवात केली नाहीं. कारण काय, तर म्हणे कोंवड्याच्या आंतड्यावरून शुभ चिन्हें दिसेनात! इतके धर्मभोळे ग्रीक लोक ज्या काळांत होते त्याच काळांत एम्पेडोक्लीझ, ॲनॅक्सॅगोरस आणि एस्किलस हे विद्वान् शास्त्रज्ञ जन्मलेले होते; पेरिक्लीझ, सॉफोक्लीझ, युरिपिडीझ आणि फिडिअस हे ह्याच काळांतले होते. तात्पर्य, ग्रीक सुधारणेच्या अगदीं उच्च काळांत सुद्धां सामान्य ग्रीक लोकांचें—चांगल्या चांगल्या ग्रीक लोकांचें सुद्धांखरें शास्त्रीय ज्ञान अशा प्रकारचें होतें.

ग्रीसचा इतिहास चाळूं लागल्यास अशीं उदाहरणें किती तरी सांपडतील. उदाहरणार्थ, महावीर अलेक्झांडर याला, कोंवड्याचा आंतड्यावरून शुभ चिन्हें दिसेनात ह्मणून हिफासिस नदीवरून परत फिरणें भाग पडलें होतें. खुद्द अलेक्झांडर असल्या शकुनांनां भीक घालणारा नव्हता हें खरें आहे. अशा भोळ्या समजुतींनां बळी पडणारा तो असता तर त्याच्या हातून आशियाखंड जिंकण्याचें काम पार पडलेंच नसतें. डेल्फी येथील भविष्यकथन करणाऱ्या देवभक्तांनां त्यानें आपल्या इच्छेनुसार उत्तरें देण्यास कसें भाग पडलें होतें; तसेंच 'गॉर्डियन नॉट' त्यानें कशी तोडून टाकली; इजिप्तमधील ॲमॉन येथील देवालयांत स्वतःचा प्रताप त्यानें कसा गाजविला; या गोष्टी सुप्रसिद्ध आहेतच. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे ज्या भोळ्या समजुती त्याच्या फायद्याच्या असत, त्यांनां तो पूर्ण मान देत असे यांत शंका नाहीं. हिफासिस नदीच्या तीरावर सुद्धां, त्यानें होऊन देवभक्तांनां वगैरे कधींच प्रश्न विचारले नसते, किंवा विचारले असतेच तर स्वतःला अनुकूल अशींच उत्तरें त्यांच्याकडून वदविलीं असतीं. परंतु त्या वेळीं त्याच्या हाताखालचे लोक बंडखोर बनले होते त्यामुळें त्याला त्यांचें ऐकण्याखेरीज गत्यंतरच नव्हतें. तात्पर्य, त्या वेळीं देवाला कौल लावण्यांत आला आणि प्रतिकूल उत्तर आल्यामुळें अलेक्झांडरसारख्या जगज्जेत्या वीरालाहि मागें परतणें भाग पडलें, ही गोष्ट सत्य आहे.

रोमन लोकांतील लोकभ्रम.—रोमच्या इतिहासांतून एक दोन गोष्टी देऊन हा मुद्दा संपवूं. लिव्ही व डायोनिशिअस या इतिहासकारांनीं रोमचा प्रथमारंभींचा इतिहास म्हणून ज्या अनेक दंतकथा लिहून ठेविल्या आहेत त्या सर्व सोडून दिल्या, तरी टॅसिटस या तर्कशास्त्रशुद्ध माहिती लिहिणाऱ्या इतिहासकारानें एक अक्षरहि प्रतिकूल टीका न करतां व्हेस्पेशिअनबद्दलच्या ज्या अद्भुत गोष्टी लिहून ठेविल्या त्यावरून रोमन लोकांतील भोळसरपणाची चांगली कल्पना येते. "ज्या वेळीं व्हेस्पेशिअन बादशहा उन्हाळ्यांतील अनुकूल वारे वाहूं लागून सुरक्षितपणें जलप्रवास करतां यावा म्हणून अलेक्झांड्रिया येथें वाट पहात होता, त्या वेळीं दैव अनुकूल आहे व पंचमहाभूतें व्हेस्पेशिअन बादशहाला मदत करण्यास तयार आहेत, असा अभिप्राय व्यक्त करणाऱ्या अनेक अद्भुत गोष्टी घडून आल्या." असें वर्णन केल्यानंतर पुढें टॅसिटसनें बादशहाच्या हातून अनेक प्रकारचे रोग बरे झाल्यासंबंधाच्या हकीकती दिल्या आहेत; व बादशहा देवालयांत गेला असतां तेथें त्याला अलेक्झांड्रिया शहरापासून वास्तविक त्या वेळीं ऐशीं मैलांवर असलेला एक गृहस्थ भेटला, असें सांगितलें आहे.

व्हेस्पेशिअन बादशहानें अमक्या आंधळ्या इसमांनां पुन्हां दृष्टि दिली व तमक्या लंगड्या इसमांनां पुन्हां चालतें केलें, असें सांगत असतांना टॅसिटस मध्येंच असें लिहून ठेवितो कीं, "या गोष्टी ज्या इसमांनां खोटें सांगण्यापासून कांहीं लभ्यांश नाहीं अशा लोकांनीं प्रत्यक्ष पाहून मला सांगितलेल्या आहेत." शिवाय, आपण हेंहि विसरतां कामा नये कीं, चालू काळापर्यंत सुद्धां राजपुरुषांच्या अंगीं रोग बरे करण्याची दैवी शक्ति असते, असले समज सामान्य जनांत प्रचलित आहेत. डीऑन कॅस्सिअस यानें मार्कस आरेलिअसच्या आयुष्यांतील एक अद्भुत गोष्ट मनांत यत्किंचितहि विकल्प येऊं न देतां अगदीं सत्य म्हणून लिहून ठेविली आहे. ही गोष्ट 'मेघगर्जना करणाऱ्या सहाहजारी रोमन पलटणीसंबंधाची' आहे. ही डीऑननें दिलेली हकीकत झिफिलिनसनें आपल्या ग्रंथांत उद्धृत करून शिवाय त्यावर स्वतःचे विचारहि प्रदर्शित केले आहेत. ही गोष्ट अशी कीं, मार्कस ऑरेलिअस बादशहा एका उत्तरेकडील प्रांतावर स्वारीस गेला असतां त्याच्या सैन्यास शत्रूनें गराडा दिला आणि रोमन सैन्याला अन्नपाण्यावांचून उपाशी मारावयाचें असें ठरवून शत्रुसैन्य युद्ध न करतां केवळ वेढा देऊन स्वस्त बसलें. पुढें डीऑन म्हणतो, 'रोमन सैन्याला लढणें किंवा माघार घेणें दोन्ही गोष्टी अशक्य झाल्या व ते उपासमार, उष्मा, अतिश्रम व आधीं झालेल्या जखमा यांनीं जर्जर होऊन टेंकीला आले; इतक्यांत एकाएकीं आकाशांत मेघ जमले व मोठी पर्जन्यवृष्टि झाली. अर्थात् ही पर्जन्यवृष्टि ईश्वरी कृपेमुळें झाली व ती वृष्टि मार्कस अँटोनिनसबरोबर असलेल्या मेगे आर्नुल्फिस नांवाच्या एका इजिप्शियन इसमानें मंत्र म्हणून आकाशांतील देवता संतुष्ट करून त्यांच्याकडून करविली."

येणेंप्रमाणें या ठिकाणीं साध्या भौतिक गोष्टीचें दैवी कारण सांगितलें आहे. पण तो लेखक एवढ्यावरहि थांबला नाहीं. याच गोष्टीसंबंधानें झिफिलिनस आणखी असें म्हणतोः—

" डीऑन पुढें सांगतो कीं, वर सांगितल्याप्रमाणें पाऊस पडूं लागतांच प्रत्येक रोमन शिपायानें पावसाचें पाणी पिण्याकरितां तोंड आकाशाकडे करून उघडिलें; नंतर कांहींनीं स्वतःकरितां किंवा घोड्यांनां पाजण्याकरितां आपल्या ढालींत व शिरस्त्राणांत पावसाचें पाणी जमविण्याचा उद्योग आरंभिला; इतक्यांत ती संधि साधून शत्रुसैन्यानें चढाई केली; पण शत्रुसैन्याची दाणादाण करण्याकरितां आकाशांतून मोठी मेघगर्जना व गारांची वृष्टि सुरू झाली. आकाशांतून जणूं काय जल व अग्नि यांचा एकसमयावच्छेदेंकरून शत्रूवर मारा होऊं लागला; आणि चमत्कार असा कीं, आकाशांतील अग्नि एकाहि रोमन शिपायाला इजा करीत नव्हता. चुकून एखाद्या रोमन शिपायाच्या अंगावर अग्नि पडलाच तर तो तावडतोब विझून जात असे. उलट पक्षीं शत्रु सैन्यावर पडणाऱ्या पर्जन्यामुळें त्या रानटी शत्रूच्या शिपायांनां थंडावा व समाधान न मिळतां उलट तेल ओतल्याप्रमाणें अग्नि अधिकच भडकत असे. शत्रुसैन्यांतल्या रानटी लोकांनीं स्वतःच्या रक्तानें अग्नि विझवावा म्हणून आपल्या अंगाला मुद्दाम जखमा करून घेतल्या, आणि कित्येक पर्जन्यवृष्टीचा त्रास चुकावा म्हणून रोमन पक्षाला येऊन मिळाले."

आतां या डीऑनच्या हकीकतीवर झिफिलिनसनें केलेली टीका येथें देऊं. झिफिलिनस हा स्वतः ख्रिस्तानुयायी होता व तो डीऑननंतर बऱ्याच पिढ्यांनीं जन्मलेला होता. डीऑनच्या हकीकतींतील खरेखोटेपणाबद्दल त्यानें मुळींच प्रश्न उपस्थित केलेला नाहीं. तो एवढेंच म्हणतो कीं, इजिप्शियन माणसाच्या मंत्रामुळें नव्हे, तर ख्रिस्ती इसमानें देवाकडे मध्यस्थी केल्यामुळेंच ईश्वरी कृपा होऊन रोमन लोकांचा बचाव त्यावेळीं झाला. झिफिलिनस लिहितो, " दी थंडरिंग लिजन [मेघगर्जना करणारी पलटण]" या नावांची पलटण रोमन सैन्यांत होती व तें नांव तिला वरील युद्धांतल्या अद्भुत गोष्टीमुळें नंतर पडलेलें होतें, ही गोष्ट डीऑनला माहीत होती. त्या पलटणींतील सर्व शिपाई ख्रिस्ती धर्माचे होते. ते लोक ईश्वराची प्रार्थना करून ईश्वराजवळून पाहिजे त्या गोष्टी प्राप्त करून घेऊं शकतात, ही गोष्ट मार्कस आंटोनिनस बादशहाला त्या अत्यंत विकट प्रसंगीं कोणीं इसमानें जाऊन कळविली. त्याबरोबर बादशहानें त्या ख्रिस्ती शिपायांनां ईश्वराची प्रार्थना करून संकट निवारण्यास सांगितलें; व त्यानंतर वर सांगितलेला पर्जन्यवृष्टीचा चमत्कार घडून आला. या एकंदर प्रकारामुळें बादशहानें अत्यंत संतुष्ट होऊन जादा फर्मान काढलें व त्या पलटणीला 'दी थंडरिंग' असें नांव दिलें. या प्रकरणासंबंधाचें खुद्द बादशहानें लिहिलेलें एक पत्रहि उपलब्ध झालेलें आहे."

या एकंदर गोष्टींवरून, ग्रीक व रोमन दोन्ही समाजांतील सर्वसामान्य लोकांत भोळेपणा व खोट्या शास्त्रीय कल्पना किती व कशा वावरत होत्या, हें दिसून येतें. ही ग्रीकरोमन लोकांच्या मनोवृत्तीबद्दलची हकीकत पुढील शास्त्रीयप्रगतिशून्य कालासंबंधानें कारणमीमांसा करतांना लक्षांत ठेवणें अवश्य आहे. मध्ययुगांतील सामान्य जनता या पूर्वींच्या ग्रीक रोमन जनतेसारखीच श्रद्धाळु व धर्मभोळी होती, हें लक्षांत घेतलें म्हणजे मध्ययुगांत शास्त्रीय संशोधनाची प्रगति न होतां उलट पिछेहाटच कां झाली हें समजण्यास चांगली मदत होते. या दोन काळांतला फरक एवढाच कीं, मध्ययुगांतील श्रद्धाळुपणा पौरस्त्य लोकांतील कल्पना यूरोपांत पसरल्यामुळें उत्पन्न झालेला होता.

वाङ्मयोत्कर्षाचें युग व मध्ययुग यांतील फरक.— नुकतेंच वर्णन केलेलें वाङ्मयोत्कर्षाचें युग व आतां ज्याविषयीं लिहावयाचें आहे तें युग यांमध्यें एक ढोबळ फरक आपल्याला दिसून येतो तो हा कीं, ज्याप्रमाणें वाङ्मयोत्कर्षाच्या युगामध्यें संशयात्मक चिकित्सक बुद्धीचे विद्वान् पुष्कळ होऊन गेले त्याप्रमाणें या युगांत झाले नाहींत. परंपरागत विधानाच्या सत्यतेबद्दल संशय व्यक्त करणें हा संशोधनाचा पाया आहे. त्यामुळें या संशयात्मक चिकित्सक बुद्धीच्या अभावीं मध्ययुगांत संशोधक जितके व्हावयास पाहिजेत तितके झाले नाहींत. या परिस्थितीचें आपणांस स्पष्टीकरण पाहिजे. या मध्ययुगांत प्रतिभाशाली व स्वतंत्र बुद्धीचे लोक कां निर्माण झाले नाहींत, यावर जर कोणी असें उत्तर देईल कीं, रोमन संस्कृतींतील लोकांच्या मानसिक शक्तींतच या प्राचीन युगाच्या शेवटीं एकदम फरक झाला, तर असें म्हणणें ऐतिहासिक परंपरेच्या दृष्टीनें चुकीचें होईल. रोमन संस्कृतीचा ज्या विस्तृत भागावर प्रसार झाला होता, त्या भागाच्या सरहद्दीवर या संस्कृतींतील लोकांचा अर्धवट रानटी स्थितींतील लोकांशीं संकर होऊं लागला, आणि रानटी लोकांशीं संबंध आल्यानें रानटी लोकांच्या मानसिक शक्तीचा विकास झाला असला; तरी संस्कृत राष्ट्रांचा मानसिक विकास त्याच्या योगानें अपकर्ष पावला, अशा प्रकारचें अंशतः उत्तर आपल्याला देतां येईल. तथापि हें देखील पूर्ण अगर समाधानकारक उत्तर नाहीं. खोल दृष्टीनें विचार केला तर आपणांस असें आढळून येईल कीं, या मध्ययुगांत लोकांच्या विचारांची दिशा कांहीं कारणामुळें पालटली हें वरील स्थित्यंतराचें कारण होय.

विद्वत्तेचें धर्मगुरूंत केन्द्रीभवन.—या स्तिमित युगांत देखील प्रतिभाशाली लोक निर्माण झाले नाहींत असें नाहीं. परंतु या लोकांनीं आपल्या बुद्धीचा उपयोग भौतिक शास्त्रांच्या क्षेत्रांत केला नाहीं. त्यांच्या बुद्धीस व विचारास निराळीच दिशा लागली होती. पारमार्थिक विचार आणि उपासना या क्षेत्रांमध्यें त्यांच्या बुद्धीचा व्यय होऊं लागला. कांहीं संशोधक म्हणतात त्याप्रमाणें पश्चिमयूरोपमध्यें बोएथियस (मृत्यु इ. स. ५२४ किंवा ५२५) पासून डँटे (इ. स. १२६५–१३२१) पर्यंत असा एकहि विद्वान् लेखक निर्माण झाला नाहीं, कीं ज्याचा धंदा धर्मगुरूचा नव्हता. त्या वेळची सर्व विद्वत्ता या धर्मगुरूंमध्यें म्हणजे ज्या लोकांनां ठराव ग्रंथांचें महत्त्व राखावयाचें होतें; आणि अदृश्यविषयक ज्या कांहीं कल्पना परंपरागत आल्या असतील त्या कल्पनांच्या रक्षणावर पोट भरावयाचें होतें अशा वर्गामध्यें केंद्रित झाली होती. त्यामुळें ज्ञानविकास खुरटला. अशाच प्रकारची स्थिति इजिप्तमध्येंहि आढळून येते. याच्या उलट, ग्रीस देशांतील व प्राचीन रोममधील शास्त्रज्ञांपैकीं पुष्कळ शास्त्रज्ञ वैद्य अथवा शिक्षक होते. यांमध्यें धर्मगुरु क्वचितच एखादा आढळतो. अरबस्थानांत देखील बहुतेक शास्त्रज्ञ वैद्यच होते. याचें कारण उघड आहे. जसा वैद्याचा अगर शारीरशास्त्रज्ञाचा कल सृष्टींतील दृक्प्रत्यय वस्तूंच्या संशोधनाकडे असतो तसा पारमार्थिक उपदेशकांचा असूं शकत नाहीं. ज्याप्रमाणें वैद्याला सृष्टींतील वस्तूंच्या संशोधनांत स्वभावतःच आनंद वाटतो त्याप्रमाणें पारमार्थिकाला वाटत नाहीं. त्याची प्रवृत्ति ‘ गूढ संशोधना ’ कडे असते. त्याला या जगांतील वस्तूंबद्दल फारशी किंमत वाटत नाहीं. त्याची श्रद्धा या बाह्येंद्रियांच्या आटोक्यापलीकडे असणाऱ्या अद्भुत गोष्टींवर असते व त्यामुळें त्याची बुद्धि असावी तितकी चिकित्सक असत नाहीं. उदाहरणार्थ, टॉमस ऑक्वायनस् हा आपल्या पुस्तकांत देवदूतांच्या पराक्रमांची, त्यांच्या भाषेची अगर सुईच्या टोंकावर किती देवदूत उभे राहूं शकतील अशा प्रकारच्या जाड्या प्रश्नांची चर्चा करतो. सारांश, अशा प्रकारच्या श्रद्धामय धार्मिक परिस्थितींत अगर युगामध्यें मोठमोठे शास्त्रज्ञ निर्माण न होणें अगदीं साहजिक आहे.

प्राचीन ग्रंथांचा नाश.—परंतु या युगांत शास्त्रज्ञ उत्पन्न न होण्याचें वर सांगितलेलें एकच कारण आहे असें नाहीं. त्या वेळची यूरोपमधील आर्थिक परिस्थिति हेंहि तितकेंच महत्वाचें कारण आहे ही गोष्ट विसरतां कामा नये. या युगांतील पाश्चात्त्य संस्कृतीचें मुख्य ठिकाण जें इटाली तेथील आर्थिक परिस्थिति अतिशय वाईट होती. विद्वत्ता आणि शास्त्रविकास हीं वातांबुपर्णाशनावर अवलंबून नसून खर्चाची बाब असणार. तेव्हां पैशाच्या अभावीं शास्त्राच्या उन्नतीस पाहिजे तितका जोर मिळाला नाहीं. शास्त्रीय उन्नतीला अवश्यक असा ग्रंथसमूह आणि शास्त्रज्ञांचे पुरस्कर्ते लोक या युगांत दुर्मिळ झाल्यामुळें शास्त्रीय प्रगति खुंटली असल्यास नवल नाहीं.

वरील विधानाचें महत्त्व लक्षांत येण्यास त्याचें थोडें अधिक विवेचन करणें अवश्य आहे. मध्ययुगांत नवीन शास्त्रीय पुस्तकें तर निर्माण झालीं नाहींतच; पण पूर्व युगांतील शास्त्रीय पुस्तकें देखील नष्ट झालीं होतीं. तेव्हां अशा परिस्थितींत शास्त्रीय प्रगति व्हावी कशी? हरक्युलेनिअम शहरांत सांपड. लेली हस्तलिखित ग्रंथांची एक खोली व इजिप्तमधील खि.

पृ. २१३ ऱ्या शतकांतील पापायरसवरील कांहीं अवशिष्ट हस्तलिखित ग्रंथ एवढीच कायती या वाङ्मयोत्कर्षाच्या युगांतील मूळ हस्तलिखितें आज उपलब्ध आहेत. ह्या युगांत ग्रंथ कमी निर्माण झाले असें नाहीं; या वेळेस पुष्कळच ग्रंथ निर्माण झाले. परंतु मुद्रणकलेच्या अभावीं ग्रंथांच्या प्रती हातानें लिहून काढाव्या लागत. व दर वर्षी शंभर पुस्तकें लिहिलीं म्हणजे तो मोठा प्रकाशक मानला जात असे. यामुळें प्रत्येक ग्रंथाच्या फारच थोड्या प्रती काढल्या जात; व एखाद्या ग्रंथाची दुसरी अवृत्ति फारच क्वचित् काढावी लागत असे. अशा परिस्थितींत अनेक पुस्तकें नष्ट झालीं असलीं तर त्यांत नवल नाहीं. अशा प्रकारच्या नष्ट झालेल्या ग्रंथांची व ग्रंथकारांची माहिति ह्या वाङ्मयोत्कर्षाचा काळ संपण्यापूर्वीच केवळ नष्ट न झालेल्या ग्रंथांतूनच शिल्लक राहिली होती.

प्राचीन पाश्चात्त्य ग्रंथांचें अरबांमार्फत जतन.—जरी या काळांत अतिशय महत्त्वाचीं अशीं शास्त्रीय पुस्तकें नष्ट झालीं, तरी पण आरिस्टॉटलचे व प्लिनीचे सृष्टिविज्ञानावरील ग्रंथ धर्मगुरूंनीं नष्ट होऊं दिले नाहींत. शिवाय अरबी व आर्मेनियन भाषेमध्यें देखील बऱ्याच शास्त्रीय ग्रंथांचीं भाषांतरें झाल्यामुळें ते ग्रंथ देखील नष्ट होऊं शकले नाहींत. टॉलेमीनें लिहिलेला आल्माजेस्ट ह्या अशा प्रकारचा एक ग्रंथ आहे. या ग्रंथाचें भाषांतर अरबी भाषेमध्यें झालेलें होतें. व बऱ्याच काळानंतर अरब लोकांच्या स्वारीच्या वेळीं पश्चिम यूरोपमध्यें तें भाषांतर गेलें. दुसऱ्या फ्रेडरिकच्या आज्ञेनें या भाषांतराचें भाषांतर पुन्हा मध्ययुगीन लॅटीन भाषेंत झालें. या ग्रंथाचें संस्कृत भाषेंतहि भाषांतर झालेलें आहे.

आतां आपण या ग्रीक लोकांचीं पुस्तकें अरबी भाषेंत कशीं आलीं तें पाहूं. हें सांगतांना आपणाला रोमन लोकांचा इतिहास पाहिला पाहिजे. ख्रिस्ती शकाच्या पांचव्या शतकापासून बिझॅन्शिअम हें रोमन संस्कृतीचें केन्द्रस्थान होतें. या ठिकाणीं यूरोपीय लोकांचा पारसिक, आर्मेनियन आणि अरब लोकांशीं संबंध आला. बिझॅन्शिअमच्या लोकांनीं ग्रीक लोकांच्या वाङ्मयाकडे दुर्लक्ष केलें नाहीं, तर उलट त्यांची भाषा देखील त्यांनीं आपली केली व त्यांचें वाङ्मय जपून ठेवलें. त्याच प्रमाणें, या बिझॅन्शिअमच्या लोकांनीं आपल्या भाषेमध्यें देखील वरील पुस्तकांचीं भाषांतरें केलीं व या भाषांतरांचीं भाषांतरें अरबी, पारसिक व आर्मेनीयन यांच्या भाषांत झालीं. ज्या वेळेस अरब लोकांनीं पश्चिमयूरोपवर स्वाऱ्या करण्यास सुरुवात केली त्या वेळेस अर्थातच त्यांनीं तीं पुस्तकें आपल्याबरोबर नेलीं व ग्रीक वाङ्मयाचा आरबी भाषेमधून पश्चिमयूरोपला परिचय झाला. ॲरिस्टॉटलच्या ग्रंथांवरील प्रसिद्ध टीकाकार आव्हेरोएस यानें अरबी भाषांमधून आरिस्टॉटलच्या ग्रंथाची माहित्ती करून घेतली. व टॉलेमीच्या आलमाजेस्ट (हें देखील या ग्रंथाला अरब लोकांनीं दिलेलेंच नांव आहे) पुस्तकाचा परिचय या भाषेमधूनच आपल्याला झाला.

अरबांची गुणग्राहकता.—अरब लोकांवर जो एक आक्षेप नेहमीं घेण्यांत येतो तो ह्रा कीं, त्यांनीं इजिप्त देशावर स्वारी केली असतां तेथील अलेक्झांड्रियन ग्रंथालय जाळलें. परंतु ही गोष्ट मागाहून कोणी तरी त्यांच्यावर लादली आहे. कारण अरब लोकांनीं यूरोपीय ग्रंथांचा नाश करण्याऐवजीं त्यांचें रक्षणच केलें, व याचें कारण त्यांनां वाटत असलेली परकीय लोकांच्या ग्रंथांबद्दलची व शास्त्रांविषयींची आदरबुद्धि हें होय. शिवाय, या मध्ययुगामध्यें जर कोणी कल्पक बुद्धीनें शास्त्रीय शोध लावले असतील, तर ते अरबांनींच होत. हे शोध वास्तविक पुष्कळ नाहींत, परंतु त्या शोधांमध्यें कांहीं विशेष दृष्टीस पडतात व या साठीं त्यांनीं केलेल्या शास्त्रीय शोधांकडे आतां आपण वळूं.

अरबांमधील चिकित्सक बुद्धीचा अभाव.—सारांश, महंमदाच्या अनुयायांचा ज्या ग्रीक, पश्चिम आशिया व इजिप्त येथील लोकांशीं संबंध आला, त्यांचा त्यांनीं युद्धांत जरी पराभव केला तरी त्यांनीं या जित लोकांमध्यें असलेल्या शास्त्रीय कल्पनांचा अव्हेर केला नाहीं. उलट त्यांनीं जित लोकांच्या कल्पनांचें ग्रहण करून त्यांचें ज्ञानप्रसाराचें काम पुढें चालविण्यास मदतच केली. तथापि, एवढ्यावरून अरबी लोकांची त्यांच्यापूर्वीं होऊन गेलेल्या प्रतिभाशाली विद्वानांशीं बरोबरी होईल असें मात्र अनुमान काढावयाचें नाहीं. उलट त्यांनीं परंपरागत कल्पनांपैकीं पुष्कळांचा अंगीकार केला, व ग्रीक लोकांपासून ज्या नवीन कल्पना त्यांनीं घेतल्या त्यांचें देखील चिकित्सक बुद्धीचा उपयोग न करतां त्यांनीं सत्यप्रमेयें अगर सिद्धांत या नात्यानेंच ग्रहण केलें. तरी पण या लोकांतहि कांहीं अपवादात्मक असे शास्त्रवेत्ते होऊन गेले; व त्यांनीं पुष्कळ महत्त्वाचे शोध लावले.

अरबांच्या नांवावर घालण्यांत आलेले शोध.—ज्या मुख्य विषयांकडे या अरब विद्वानांनीं आपली बुद्धि खर्च केली ते विषय म्हणजे ज्योतिष, गणित व वैद्यक हे होत. या विद्वानांनां आंकडे अस्तित्वांत आणण्याचें श्रेय आहे व या आंकड्यामुळें गणितशास्त्रामध्यें विलक्षण क्रांति घडून आली. तथापि हे आंकडे पूर्वेकडील हिंदू लोकांपासून आम्हीं घेतले, असें हे विद्वान अरबच कबूल करतात. तरी पण हिंदू लोक या आंकड्यांचा उपयोग दशक पद्धतीनें करीत होते किंवा नाहीं याबद्दल संशय कसा व्यक्त केला गेला याचें सविस्तर विवेचन पूर्वी तिसऱ्या प्रकरणांत आलेंच आहे. दुसरी एक जी महत्त्वाची सुधारणा गणितशास्त्रामध्यें अरबांनीं केली म्हणून सांगण्यांत येतें ती ही कीं, त्यांनीं त्रिकोणमितीमध्यें ग्रीक ज्योतिषांनीं उपयोग केलेल्या 'चापां' ऐवजीं 'ज्यां'चा उपयोग केला, ही सुधारणा करण्याचें श्रेय आलबाटेमिअस यास देण्यांत येतें. परंतु तें बरोबर

नाहीं. याच्या कित्येक शतकें अगोदर होऊन गेलेल्या पहिल्या आर्यभटाच्या ग्रंथांतच त्यांचा उपयोग कसा आढळतो हें पुढील प्रकरणांत दाखविण्यांत येईल.

त्यांचा पृथ्वीचा आकार ठरविण्याचा प्रयत्न.—शास्त्रीय ज्ञानांतील खरोखर अरबांचीच अशी महत्त्वाची कामगिरी म्हणजे एराटॉस्थिनीझच्या भूमापनपद्धतीहून थोडया निराळ्या पद्धतीचा त्यांनीं उपयोग केला ही होय. पृथ्वीचा आकार त्यांनीं खालीं दिल्याप्रमाणें ठरविण्याचा प्रयत्न केला. त्यांनीं मेसापोटेमियामधील एक सपाट जमीन शोधून काढली व एका विवक्षित बिंदूपासून कांहीं मंडळी दक्षिणेस व कांहीं उत्तरेस एक अक्षांशपर्यंत गेली. हा अक्षांश अर्थात् ज्योतिषपद्धतीनें ठरविलेला होता. या प्रयोगांत त्यांनां असें आढळून आलें कीं उत्तरेकडील अंशाचें अंतर ५६ मैल व दक्षिणेकडील अंशाचें अंतर ५६·७ मैल आहे. यावरून पृथ्वी ही गोलाकार नाहीं, ही गोष्ट सुचविली गेली; तथापि ही गोष्ट अठराव्या शतकाच्या अखेरीपर्यंत प्रयोगांनीं सप्रमाण सिद्ध झाली नाहीं. हा प्रयोग सुप्रसिद्ध हरूण अल रशीद याचा मुलगा खलीफ अबदुल्ला अलमामुन याच्या कारकीर्दीत केला गेला. हे दोघेहि पितापुत्र त्यांच्या शास्त्रीय ज्ञानाच्या लालसेबद्दल फार प्रसिद्ध आहेत.

सूर्योच्चाच्या भोगांशांत फरक.—अरब लोकांतील अत्यंत प्रसिद्ध असा ज्योतिषी महमद बिन जबीर आलबाटेनिअस उर्फ एलबाटेग्नि हा होय. याचा जन्म मेसॉपोटेमियामध्यें बाटन गांवीं इ० स० ८५० या सालीं झाला, व इ० स० ९२९ या सालीं तो वारला. टॉलेमीच्या ज्योतिषशास्त्राचा त्यानें अभ्यास केला होता, व स्वतःहि तो वेध घेत असे. टॉलेमीनें वेध घेऊन सूर्याच्या उच्चाचे भोगांश म्हणजे खगोलीय रेखांश ६५ ठरविले होते; पण आलबाटेग्निअसला ते ८२ असल्याचें आढळून आलें. अर्थात् वेध घेण्यांत होणाऱ्या चुकीमुळें इतका फरक पडणें शक्य नाहीं. या फरकावरून अर्वाचीन ज्योतिषी असें अनुमान काढील कीं, सबंध सूर्यमालाची सूर्यमालाच अवकाशांतून भ्रमण करीत आहे. परंतु पृथ्वी हेंच सर्व विश्वाचें अचल केंद्र आहे, असें ज्या काळांत मानलें जात होतें, त्या काळीं, हें अनुमान असंभवनीय होतें.

स्थिर तारकांचें आंदोलन.— अकराव्या शतकांत दुसरा जो एक शास्त्रज्ञ झाला त्याचें नांव अरझाकेल हें होय. याला सूर्य आपल्या उच्च स्थितींत आलबाटेग्निअसप्रमाणें ८२ भोगांशावर आढळून येण्याच्या ऐवजीं कांहीं अलीकडेच आढळून आला, व त्यावरून त्यानें, सूर्य मध्यंतरींच्या काळांत तितका मागें आला असें चुकीचें अनुमान काढलें. सूर्य हा एकाच दिशेनें पुढें पुढें जात आहे, हें अर्वाचीन ज्योतिष्यांस ठाऊक झालें असल्यामुळें, या दोन अरबी ज्योतिष्यांच्या वेधांत फरक पडला तो वेध घेण्यांतील चुकीमुळेंच असला पाहिजे. परंतु अरझाकेलनें आपल्या पूर्वीच्या ज्योतिष्यांचे वेध बरोबर आहेत असें धरून, त्यांनां आंदोलन गति आहे असा या फरकावरून सिद्धांत काढला, व त्यास 'स्थिर तारकांचें आंदोलन' असें नांव दिलें. हा चुकीचा सिद्धांत पुढें कित्येक शतकेंपर्यंत खरा समजला जात होता.

चंद्राची मंद व शीघ्र गति.—अरब शास्त्रज्ञांनीं काढलेलें वरील अनुमान जरी पूर्णपणें चुकीचें ठरलें; तरी त्यांचें जें एक अनुमान बरोबर असल्याचें सिद्ध झालें आहे तें हें कीं, चंद्राची गति सारखी नसून विषम आहे. त्या वेळेपर्यंत चंद्राच्या गतीच्या विषमतेच्या दोन बाबी परिचित झालेल्या होत्या. ही तिसरी बाब महंमद अबूल बीफल बौझ्जानी या कैरो येथील नामांकित शास्त्रज्ञानें इ० स० ९७५ सालीं, बगदाद येथें वेध घेऊन प्रतिपादन केली. चंद्राची गति आमावास्येस व पौर्णिमेस अतिशय जलद असते व शुद्ध व वद्य पक्षांतील सप्तमी अष्टमीच्या सुमारास फार कमी असते ही ती बाब होय. हींच गोष्ट पुढें सहा शतकानंतर टायको-ब्राही यानें पुन्हां शोधून काढली, व यावरून प्रस्तुत अरबी ज्योतिषांच्या शोधाकडे पुढील शास्त्रज्ञांनीं दुर्लक्ष केलें होतें हें उघड दिसतें.

शास्त्राभ्यसनाचीं इतर केंद्रस्थानें.—नवव्या व दहाव्या शतकामध्यें, स्पेन मधील अरब लोकांचें शहर कॉर्डोव्हा हें शास्त्रभ्यासाचें दुसरें मोठें केंद्रस्थान होतें. येथें कित्येक लक्ष ग्रंथ असलेलें एक ग्रंथालय होतें, व शिवाय गणितशास्त्र व ज्योतिषशास्त्र शिकविण्यासाठीं एक महाविद्यालयहि होतें. ग्रानाडा, टॉलीडो, व सॅलामॅन्का हींहि शास्त्राभ्यसनाचीं केंद्रस्थानें होतीं व पश्चिम यूरोपमधून या ठिकाणीं पुष्कळच विद्यार्थी जमत असत. हीं जीं केंद्रस्थानें होतीं, त्यांच्या सांनिध्यानें कॅस्टीलचा दहावा अलफॉन्सो याच्या मनामध्यें शास्त्रीय गोष्टींविषयीं हौस उत्पन्न झाली व त्याच प्रमाणें सिसिलीचा दुसरा फ्रेडरिक हा देखील याच हौसेनें प्रेरित होऊन त्यानें टॉलेमीच्या आलमाजेस्टचें लॅटिन भाषेमध्यें भाषांतर करविलें. या काळांत इटालियन व स्पॅनिश पंडितांचें ग्रीक भाषेविषयीं पूर्ण अज्ञान होतें, तरी अरबी भाषा मात्र त्यांच्या नेहमींच्या परिचयापैकीं होऊन बसली होती.

अल्हाझेनची संधिप्रकाशाबद्दलची उपपत्ति.—अरब लोकांमध्यें शारीर शास्त्रांत अल्हाझेन या नांवाचा एक प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ होऊन गेला. इ. स. ११०० या वर्षी प्रसिद्ध झालेला त्याचा एतद्विषयक ग्रंथ फार विश्रुत होता. त्याचे सर्व शोध दृक्शास्त्रासंबंधींचे होते. त्यानें नेत्रासंबंधीं फार बारकाईनें अभ्यास केला होता; व डोळ्याच्या निरनिराळ्या भागांनां त्यानें जीं नांवें दिलीं, तींच हल्लीं देखील प्रचारांत आहेत. टॉलेमीनें प्रकाशकिरणांच्या वक्रीभवनाचा अभ्यास केला होता व त्यानें आणि त्याच्या पूर्वीच्या शास्त्रज्ञांनीं, वातावरणांतून येत असतां प्रकाशकिरणांचें जें वक्रीभवन होतें त्याचें क्षितिजाजवळच्या ताऱ्यांच्या स्पष्ट स्थितीवर परि-

णाम होतो असेंहि सिद्ध केलें होतें. परंतु या गोष्टीचा अधिक अभ्यास करून संधिप्रकाशाची उपपत्ति लावणारा व वातावरणाच्या उंचीचा अंदाज करणारा अल्हाझेन हा पहिलाच शास्त्रज्ञ दिसतो. निदान त्याच्या पूर्वीच्या एखाद्या शास्त्रज्ञाचें या विषयावरील मत लिहून ठेवलेलें आज तरी उपलब्ध नाहीं सूर्य अस्तास गेल्यावर देखील कांहीं वेळपर्यंत प्रकाश असतो हें आपण नेहमीं पाहतों. परंतु या गोष्टीचा अधिक खोल विचार केला तर आपल्याला असें दिसून येईल कीं, जर सूर्याचे किरण समान्तर रेषेमध्यें येत असते तर सूर्य क्षितिजाखालीं जाण्याबरोबरच रात्र होऊन गाढ अंधकार पडला असता. परंतु वातावरणांत प्रकाशकिरणांचें परावर्तन होत असल्यामुळें ही आपत्ति ओढवत नाहीं, असें अल्हाझेन यानें या गोष्टीचें स्पष्टीकरण केलें.

अल्हाझेनची वातावरणाची उंची काढण्याची रीत.—अल्हाझेनच्या मतें वातावरण हा एक पृथ्वीसभोंवतीं असलेल्या कांहीं जाडीचा वर्तुलाकार थर आहे, व सूर्याचे किरण या थराच्या वरच्या पृष्ठभागापासून परावर्तन पावून आपल्या डोळ्यावर जोंपर्यंत पडतात तेवढा वेळपर्यंतच संधिप्रकाशाचें अस्तित्व असतें. यावरून त्यानें त्या काळापर्यंत कोणीहि न सोडविलेला असा वातावरणाच्या उंचीचा प्रश्न सोडविला. हा प्रश्न सोडविण्यासाठीं त्यानें पुढें दिलेल्या दोन गोष्टी गृहीत धरल्या होत्या. (१) जेथें किरणांचें आपतन होतें तेथील लंबाशीं आपात किरण जेवढा कोन करतो तेवढाच कोन परावृत्त किरणहि त्या लंबाशीं करितो; आणि (२) सूर्य क्षितिजाखालीं १९ अंशांत असेपर्यंत संधिप्रकाश टिकतो. यांपैकीं पहिल्या गोष्टीच्या सत्यतेबद्दल कांहींच वाद नाहीं, परंतु त्याच्या दुसऱ्या निरीक्षणाची सत्यता मात्र उघड उघड संशयास्पद दिसते.

गीबर याचे रसायन शास्त्रांतील शोध.—रसायनशास्त्रामध्यें आठव्या शतकाच्या प्रथमार्धांत गीबर या नांवाचा सेव्हिल महाविद्यालयांतील शिक्षक अतिशय नामांकित होऊन गेला. त्यानें जे अतिशय महत्त्वाचे शोध लावले ते सर्व अम्लांसंबंधाचे होते. त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांनां ॲसेटिक ॲसिडपेक्षां—म्हणजे शिरक्याच्या तेजावापेक्षां—दुसरें जहाल अम्ल ठाऊक नव्हतें. परंतु गीबरनें गंधकाम्ल, नत्रकाम्ल व नायट्रो-म्युरिआटिक ॲसिड म्हणजे नेत्रहराम्ल यांचा शोध लावून रसायनशास्त्राला मोठें चालन दिलें. ऊर्ध्वपातन व गाळण्याची क्रिया या दोहींचाहि त्यानें उपयोग केला असून त्याच्या ग्रंथामध्यें वॉटर बाथ म्हणजे जलतापन यंत्रासंबंधीं व रासायनिक भट्टी संबंधींहि माहिती आलेली आहे. रासायनिक द्रव्यांपैकीं हिंगुळाचें त्यानें मूलतत्त्वांत प्रथम पृथक्करण केलें. आणि त्याची गंधक व त्याचे संयुक्त पदार्थ, यांबद्दलची माहितीहि बरीच महत्त्वाची आहे. प्राणिलीकरणामध्यें कांहीं परिस्थितींत धातूचें वजन कमी होतें हा त्याचा शोध त्यांतल्या त्यांत विशेष कुतुहलोत्पादक आहे.

अबदुल लतीफ याचे शारीरशास्त्रविषयक शोध.—अरब लोकांनीं शारीरशास्त्रापेक्षां औषधिशास्त्रामध्येंच जास्त शोध लावले. मध्ययुगीन ख्रिस्ती लोकांप्रमाणें यांनांहि मनुष्याच्या शरीरावर शस्त्रक्रिया करणें भयप्रद वाटत असे. तथापि शस्त्रक्रिया करण्यास न कचरणारे असे त्यांच्यांत कांहीं विद्वान् होते. उदाहरणार्थ, अबदुल लतीफ या वैद्यानें इजिप्तमध्यें असतांना २०००० वर हाडांचे सांपळे असलेल्या एका प्रेतें पुरण्याच्या भूमींतील हाडांचा खोल अभ्यास केला होता. या हाडांची परीक्षा करतांना त्याला असें आढळून आलें कीं गॅलेन म्हणतो त्याप्रमाणें आपला खालचा जबडा दोन हाडांचा नसून एक हाडाचाच असतो. तसेंच गॅलेनच्या शोधांत त्यानें दुसऱ्याहि कित्येक महत्वाच्या चुका शोधून काढल्या.

औषधिशास्त्रांतील अरबांची कामगिरी.—औषधि सिद्ध करण्याच्या शास्त्राचें जनकत्व अरब लोकांकडेच येतें. त्यांच्या गोंडिसापोर येथील दवाखान्यांतून प्रसिद्ध झालेल्या औषधिग्रंथांतच पाश्चात्य औषधिग्रंथांचें बीज आहे. आतां त्यांनीं स्वतः किती औषधी शोधून काढल्या व हिंदू, यहुदी, सिरियन आणि पारशी लोकांपासून किती औषधींची माहिती मिळविली हें नक्की ठरवितां येत नाहीं. तरी पण एवढें खास कीं, सोनामुखी, वचनाग, रेवाचिनी, पारद, कापूर इत्यादि नवीन व उपयुक्त औषधींची माहिती मध्ययुगांतून त्यांच्या द्वाराच पश्चिम यूरोपीयांस मिळाली; आणि औषधोपचार करण्यांत मद्यार्काचा उपयोग तर त्यांनींच प्रचारांत आणला.

अरबांच्या संशोधकतेबद्दल संशय प्रगट करण्याची प्रवृत्ति.—मध्ययुगीन यूरोपमध्यें अरब लोकांच्या वैद्यकशास्त्रविषयक ज्ञानाबद्दल अतिशय आदर वसत होता. पण हल्लींच्या लोकांची प्रवृत्ति याच्या अगदीं उलट आहे. त्यांचे पुष्कळसे शोध, ग्रीक पुस्तकांतून उसने घेतलेले आहेत. त्यांनीं औषधिशास्त्रांत नवीन असा कांहींच शोध लावला नाहीं असें कांहींजण प्रतिपादन करतात. तथापि ज्या वेळीं पश्चिम यूरोपांतील राजेरजवाडे शास्त्रीय विषयाकडे अगर शिक्षणाकडे अगदींच अल्प लक्ष देत होते, त्या वेळीं अरब लोकांचे खलीफ व वजीर हे शास्त्रीय ज्ञानाबद्दल आस्था दाखवून त्या दिशेनें प्रगति करण्यासाठीं शक्य तितकी खटपट करीत होते, यांत शंका नाहीं. अरब वैद्यांनीं कित्येक गोष्टी परकीय लोकांपासून उसन्या घेतल्या असल्या तरी पण स्वतः त्यांनीं बऱ्याच नवीन गोष्टींचा शोध लावून वैद्यक ज्ञानामध्यें पुष्कळ भर टाकली हें निर्विवाद आहे.

वैद्यक शास्त्राची सांप्रदायिक बंधनांपासून अलिप्तता.—पहिला नामांकित अरब वैद्य हारेट्स बिन कलदाह हा सहाव्या शतकाच्या प्रारंभास झाला. ह्याचें शिक्षण गोंडिसापोर येथें नेस्टोरियन लोकांच्या शाळेमध्यें झालें. हा जातीनें जरी ख्रिस्ती होता, तरी पण महंमदानें

त्याला आपल्या स्वतःचा खाजगी वैद्य नेमलें व खलीफ अबूबकर याजजवळ देखील त्यानें याचीच शिफारस केली. अशा रीतीनें अगदीं आरंभापासून वैद्यक शास्त्रास सांप्रदायिक बंधनांपासून अलिप्त ठेवण्यांत आलें. यूरोपीय राष्ट्रांपेक्षां अरबांनीं या काळांत वैद्यकांत जी प्रगति केली, त्याला हीच गोष्ट मुख्यतः कारण झाली होती. अरब लोकांत शिक्षणाचा प्रसार झाला असल्यामुळें त्यांनां अन्य संप्रदायांतील वैद्यांच्या ज्ञानाचा फायदा करून घेण्यास कोणत्याहि प्रकारची दिक्कत वाटत नव्हती; एवढेंच नव्हे, तर अरब वैद्य सुद्धां हिपॉक्राटेझ व गॅलेन यांच्या ग्रंथांचा उपयोग करून घेण्यास मागें पुढें पहात नसत. स्वतः महंमदास वैद्यकाचें कांहीं ज्ञान होतें व अडचणीच्या प्रसंगीं तो प्रार्थनादिकांपेक्षां औषधोपचारावरच अधिक भरंवसा ठेवीत असे.

पौरस्त्य अरबांमधील कांहीं सुप्रसिद्ध वैद्य.—सर्व अरब वैद्यांची यादी देणें जरी येथें शक्य नसलें तरी त्यांच्या मध्यें जे कोणी विशेष प्रसिद्ध वैद्य होऊन गेले, त्यांसंबंधीं कांहीं माहिती देणें अवश्य आहे. होनैन बिन आयझॅक (इ० स० ८०९–८७३) हा यांच्यामधील आरंभींच्या वैद्यांपैकीं एक असून तो बगदाद येथील एक ख्रिस्ती अरब होता. त्यानें हिपॉक्राटेझच्या ग्रंथांचीं भाषांतरें केलीं. तो नवव्या शतकांतील एक मोठा तत्वज्ञ व भाषांतरकार म्हणून प्रसिद्ध आहे.

ऱ्हेझीस (इ० स० ८५०–९२३) हा दुसरा महत्त्वाचा वैद्य होय. त्यानें होनैनचेंच काम पुढें चालविलें. यानें पारदाचें मलम, गंधकाम्ल यांसारख्या रासायनिक औषधींचा औषधोपचारांत अधिक मुक्तहस्तानें उपयोग करून वैद्यक शास्त्रांत प्रगति केली. देवी व गोवर यांचें यथार्थ वर्णन करणारा हा पहिलाच वैद्य होता असें म्हणतात.

ऱ्हेझीस हा जिवंत असतांना हालिआबास (मृत्यु–इ० स० ९९४) हा दुसरा एक अरबी इसम राजग्रंथ या नांवाचा आपला औषधींचा प्रचंड ज्ञानकोश तयार करीत होता. परंतु सर्व अरब वैद्यांमधील मेरुमणि म्हटला म्हणजे वैद्यराज अॅव्हिसेन्ना (इ० स०९८०–१०३७) हा होय. याचें नांव इतिहासांत सुप्रसिद्ध आहे. यानें अनेक ग्रंथ लिहून ग्रीक वैद्यकाचें पुनरुज्जीवन केलें व तें ज्ञान कायम राखलें. कफक्षय संसर्गजन्य रोग आहे हा त्याच्याच अनेक शोधांपैकीं एक शोध आहे. त्याचे वैद्यकावरील ग्रंथ पुढें कित्येक शतकें पर्यंत तज्ज्ञ लोकांत प्रमाणभूत मानले जात होते. कांहींहि नसलें तरी मध्ययुगीन वैद्यकाचा ऱ्हास थोपवून धरण्याचें श्रेय तरी यालाच देणें प्राप्त आहे.

पाश्चात्त्य अरबांमधील सुप्रसिद्ध वैद्य.—पूर्वेकडील अरबांप्रमाणें पश्चिमेकडील अरबांचाहि वैद्यकशास्त्रांत नांवलौकिक आहे. पश्चिमेकडील खिलाफतीची राजधानी कॉर्डोव्हा हें देखील विद्वत्तेचें माहेरघर बनलें व तेथें कित्येक मोठमोठे वैद्य निर्माण झाले. यांपैकीं अलबुकासिस (मृत्यु–इ० स० १०१३) यानें शस्त्रक्रियेवर एक सचित्र ग्रंथ लिहिला. स्वानुभवावरून अशा प्रकारचा ग्रंथ लिहिणारा हा पहिलाच वैद्य होता. याच्या नंतर एक शतकानें अॅवेन्झोआर (इ० स० ११९३–११९६) हा याच्याच इतका दुसरा प्रसिद्ध वैद्य झाला. खरूज ही एक प्रकारच्या अत्यंत सूक्ष्म अशा परोपजीवी जन्तूमुळें होते ही गोष्ट प्रथम प्रतिपादन करण्याचा मान या पंडितासच देण्यांत येतो. अॅवेन्झोआरच्या या शोधाकडे जर पुढील काळांत योग्य तें लक्ष पुरविलें गेलें असतें, तर हानेमानसारख्या विद्वानास शंभर वर्षांपूर्वी एकंदर रोगांपैकीं तीन चतुर्थांश रोगांचा खरजेमुळें उद्भव होतो असलें विचित्र विधान करण्याची पाळी आली नसती. अॅवेन्झोआरचा शिष्य आव्हेरोएस हा अरबांमधील शेवटचा सुप्रसिद्ध वैद्य होय. वैद्यशास्त्रांत धर्मभोळ्या समजुतींचा प्रसार होत होता तो बुद्धिवादानें थांबवून धरण्याचा त्यानें आपल्याकडून पुष्कळ प्रयत्न केला, व आरंभीं आरंभीं या कामीं त्यास यश देखील आलें;पण पुढें मुसुलमानी पारमार्थवाद्यांचीच सरशी होऊन त्याला त्या काळीं तुच्छ लेखण्यांत येणाऱ्या यहुदी लोकांच्या एका नगरांत हद्दपार करण्यांत आलें.

अरबांचीं रुग्णालयें.—रोग्यांच्या शुश्रूषेसाठीं धर्मार्थ दवाखाने काढण्याची पद्धत जर प्रथमतः कोणीं अंमलात आणली असेल, तर तीं पूर्वकालीन ख्रिस्ती लोकांनीं होय. परंतु पूर्वेकडील आणि पश्चिमेकडील मुसुलमानांनीं त्यांच्यावरहि या कामांत ताण केली. ख्रिस्ती शकाच्या आठव्या शतकापासूनच अरबांनीं दवाखाने बांधण्यास सुरवात केली होती. तथापि, दवाखाने बांधण्याचें काम भरभराटीस दहाव्या शतकांत आलें. सीडेल नांवाच्या बाईनें इ. स. ९१८ मध्यें बगदाद येथें एक रुग्णालय उघडलें व दरमहा सुमारें साडेचार हजार रुपयांची त्याच्या खर्चासाठीं नेमणूक करून दिली. थोडक्याच अवधींत अशा प्रकारचीं पुष्कळ रुग्णालयें बांधलीं गेलीं आणि इ० स० ९७७ मध्यें अमीर अदाद अदौला यानें एक प्रचंड रुग्णालय उघडून त्यांत २४ वैद्यांच्या नेमणुका केल्या. यांपैकीं एका रुग्णालयासाठीं, ऱ्होझीस ह्या सुप्रसिद्ध वैद्यानें शहराच्या आसमंतात निरनिराळ्या ठिकाणीं मांसाचे तुकडे टाकून ठेवून ज्या ठिकाणीं मांस अगदीं उशिरानें कुजलें ती जागा निवडली होती असें म्हणतात. बाराव्या शतकाच्या मध्यांत एकट्या बगदादमध्येंच सुमारें ६० रुग्णालयें अस्तित्वांत होतीं व तीं सर्व मोफत, सरकारच्या खर्चानें चालविलीं जात होतीं.

इ० स० ११६० च्या सुमारास दमास्कस येथें अमीर नुरुद्दीन यानें धर्म युद्धांत सामील झालेल्या राष्ट्रावर मिळविलेल्या जयाचें स्मारक म्हणून एक प्रचंड रुग्णालय बांधिलें. या रुग्णालयानें पूर्वीच्या सर्व रुग्णालयांस मागें टाकिलें. या रुग्णालयांत शिकण्याची सोय असून अतिशय विस्तृत प्रमाणावर व मोठ्या खर्चानें तें कित्येक शतकेंपर्यंत चाललें होतें.

कैरो येथील मनसुरि रुग्णालय.—परंतु उपर्युक्त रुग्णालयानंतर एकाच शतकानें, त्या रुग्णालयांतच बऱ्या झालेल्या एका सुलतानानें स्पर्धेनें त्याहूनहि भव्य असें दुसरें एक रुग्णालय कैरो येथें बांधण्याचा निश्चय केला, व त्याप्रमाणें एका वर्षांतच मनसुरि रुग्णालय बांधलें गेलें—(इ० स० १२८३–१२८४). यावद्दलची अशी गोष्ट सांगतात कीं, ज्या ठिकाणीं हें रुग्णालय बांधण्याचें काम चाललें होतें, त्या जागेजवळून जो जो कोणी जाईल, मग तो मोठा सरदार असो, अथवा यःकश्चित् चाकर असो, त्यानें तें रुग्णालय बांधण्याच्या कामास हातभार लावलाच पाहिजे, असा हुकूम सोडण्यांत आला होता. याचा परिणाम अर्थातच असा झाला कीं, त्या जागेच्या आसपास एकहि माणूस फिरकेनासा झाला. तरी सुद्धां या रुग्णालयाचें काम एका वर्षांतच तडीस नेण्यांत आलें. या रुग्णालयामध्यें चार चौक असून त्या प्रत्येक चौकांत कारंजें असलेला एक एक हौद होता. व्याख्यानासाठीं निरनिराळे दिवाणखाने बांधले असून, विशिष्ट प्रकारच्या रोग्यास वेगळें ठेवण्यासाठीं स्वतंत्र खोल्यांचीहि व्यवस्था केली होती. आश्चर्याची गोष्ट ही कीं, ज्या रोग्यांना निद्रा येत नसे किंवा जे अगदीं निरुत्साही बनलेले असत, त्यांचें मनरंजन करण्यासाठीं या रुग्णालयांत स्वतंत्र दिवाणखाने बांधून त्यांत संगीतनृत्यवादनाची व गोष्टी सांगणाऱ्यांची सोय केलेली होती. परमार्थाकडे विशेष लक्ष असणाऱ्या माणसांसाठीं कुराण सांगण्याचीहि व्यवस्था होती. इतकेंच नव्हे, तर कोणताहि रोगी या रुग्णालयांतून बरा होऊन घरीं जाऊं लागला, म्हणजे पोटासाठीं त्यास एकदम श्रम करावयास लागूं नये म्हणून त्याला कांहीं पैसे देण्याचीहि येथें वहिवाट होती. या रुग्णालयाला सरकारकडून एकंदर ३,७५,००० रुपयांइतकी वार्षिक देणगी मिळत असे.

ह्या काळांतील पाश्चात्त्यांचें वैद्यक.—वर सांगितलेल्या हकीकतीमध्यें कांहीं अतिशयोक्तीचा भाग आहे असें मानलें, तरी आपणांस एवढें कबूल करणें भाग आहे कीं, अरब रुग्णालयांनीं तत्कालीन एकूण एक ख्रिस्ती रुग्णालयांना मागें टाकलें होतें; तथापि या काळांत ख्रिस्ती वैद्यकाचा अगदींच लोप मात्र झाला नव्हता. इ. स. १००० च्या सुमारास इटालीच्या किनाऱ्यावर नेपल्सच्या आग्नेयीस ३० मैलांवर असलेल्या सालेर्नो शहरीं एक ख्रिस्ती वैद्यकाची शाखा प्रसिद्धीस आली. अकराव्या, बाराव्या व तेराव्या शतकांत तिची चांगली ख्याति झाली होती. या शाखेमध्यें अरबी औषधींचा व त्यांच्या ग्रंथांचाच उपयोग केला जात असून, अरबी वैद्यकाचा पाश्चिम यूरोपांत प्रसार करण्यास ही शाखाच कांहीं अंशीं कारणीभूत झाली. तथापि या शाखेचा इतका नांवलौकिक होण्याचें मुख्य कारण म्हणजे, तींत स्त्रिया देखील वैद्यकीचें काम करीत असत, हें होय.

या स्त्रियांत अकराव्या शतकांत ट्रोटुला नांवाची एक प्रसिद्ध स्त्री होऊन गेली. हिचें वैद्यकीचें ज्ञान तत्कालीन मोठमोठ्या पुरुष वैद्यांइतकें होतें असें म्हणतात. स्त्रियांच्या रोगांवरील अद्यापपर्यंत उपलब्ध असलेला एक ग्रंथ हिच्या नांवावर घालण्यांत येतो, व तिच्या इतर ग्रंथांतून पुढील दोन शतकांतील निरनिराळ्या लेखकांनीं उतारे उद्धृत केलेलेहि आढळून येतात. तरीपण खास तिनें लिहिलेले ग्रंथ कोणते, हें आज निश्चयानें सांगतां येत नाहीं. कांहीं जणांची मजल तर ट्रोटुला ही बाई नसून, तें एका ग्रंथाचें नांव आहे असें प्रतिपादन करण्यापर्यंतहि गेली आहे. तथापि गॅलेनसारख्या प्रमाणभूत वैद्यानें ट्रोटुला ही खरोखरांच एक प्रसिद्ध वैद्यीण होऊन गेली, व तिच्या नांवावर असलेले ग्रंथ तिचेच आहेत असें म्हटलें आहे. हें खरें असो किंवा खोटें असो, एवढें मात्र निश्चित आहे कीं, अरबांतील स्त्रियांचा दर्जा ख्रिस्ती समाजांतील स्त्रियांहून अगदींच भिन्न नसता, तर ट्रोटुलेची दंतकथा उगम पावली नसती.

बिझँन्शिअमचें वैद्यक.—स्तिमितयुगाच्या अंधकारांतून प्राचीन ज्ञानाला पलीकडे पोहोंचविण्याचें कार्य बिझँन्शिअम संस्कृतीनें केलें हें मागें सांगितलेंच आहे. तथापि हें कार्य केवळ सामान्य वाटाड्याचें होतें. या संस्कृतींत कल्पक शास्त्रवेत्ते निर्माण झाले नाहींत, तरी तिनें वैद्यकशास्त्राची मात्र बरीच प्रगति केली. या काळांत बिझँन्शिअममध्यें दोन मोठे वैद्य निर्माण झाले. आमायडाचा एईशस (इ० स० ५०२—५७५) आणि इजायनचा पॉल [इ० स० ६२०—६९०] हीं त्यांचीं नांवें होतीं. एईशसचे ग्रंथ त्यांत त्याच्या पूर्वीं होऊन गेलेल्या विद्वानांचे विचार दिलेले असल्यामुळेंच विशेषतः आपणांस महत्त्वाचे आहेत. तथापि, एईशस हा अगदींच कल्पक बुद्धीचा नव्हता असें नाहीं. वलय रोगासंबंधीं माहिती देऊन त्यापासून कधीं कधीं तालूस बधिरता येते, तिजविषयीं आपले अनुभव लिहून ठेवणारा हा बहुधा पहिलाच वैद्य होता.

इजायनाच्या पॉलचें शस्त्रक्रियाज्ञान.—यांपैकीं दुसरा वैद्य म्हणजे इजायनाचा पॉल हा होय, हा वस्तुतः शस्त्रवैद्य असून, त्यानें वर्णन केलेल्या कित्येक कठिण कठिण शस्त्रक्रियांत, अर्वाचीन काळांत देखील फारच थोडी सुधारणा झाली आहे. त्यानें आपल्या ग्रंथांत नाकांत, कानांत किंवा अन्ननलिकेंत बाहेरचा एखादा पदार्थ गेल्यास तो काढण्यासाठीं शस्त्रक्रिया सांगितली आहे. नासार्शाविषयीं यास माहिती असून ते काढून टाकण्याचे यानें उपाय दिले आहेत. अधःश्वासनलिका, लघुश्वासनलिका, घशांतील गांठी व वडस यांसारख्या अवघड भागांवरील शस्त्रक्रिया तो स्वतः करीत असे व पोटाच्या पोकळीमध्यें छिद्र कसें व कोठें पाडावें याची त्यानें तपशीलवार माहिती दिली आहे. कर्कट रोग झाला असतां वक्षस्थळावर शस्त्रक्रिया करावी अशी त्याची शिफारस असून, गर्भाशय कशा रितीनें काढावा याचेंहि सविस्तर वर्णन त्याच्या ग्रंथांत आढळतें. इजायनाचा पॉल हाच बिझँन्शिअममधील सर्वांत प्रसिद्ध व महत्त्वाचा

वैद्य होता. त्यानंतर विझॅन्शिअममध्यें त्या शास्त्रांत कोणी नांव घेण्याजोगा पंडित निपजला नाहीं. कारण, विझॅन्शिअमच्या सर्व शक्ती परमार्थविषयक वादविवादामध्येंच खर्च होत असल्यामुळें इतर शास्त्रांप्रमाणें त्यांचें वैद्यकहि लवकरच धर्मभोळ्या समजुतींस बळी पडलें, व विझॅन्शिअमचा विद्वतेबद्दल लौकिक मावळून जयशाली अरब त्या बाबतींत पुढें सरसावले.

तेराव्या शतकांतील वैद्यक.—परंतु तेराव्या शतकामध्यें ही स्थिति हळूहळू पालटूं लागून इतका काळपर्यंत शास्त्राच्या उन्नतीला अडथळा करीत असलेल्या धर्मभोळ्या समजुतींचा लोक आस्तेआस्ते त्याग करूं लागले. या मध्ययुगामध्यें मोठमोठे सांथीचे रोग आल्यामुळेंच विशेषतः तंत्कालीन वैद्यकाला निराळेंच वळण लागलें. हे रोग सुरू झाले तेव्हां त्याकाळीं सर्वमान्य समजल्या जाणाऱ्या गॅलेनच्या ग्रंथांमध्यें सर्व वैद्य वरील रोगांवरील उपाय शोधूं लागले. परंतु कित्येक शतकापूर्वी लिहिलेल्या त्याच्या ग्रंथांत या नवीन सांथींवर प्रतिबंधक उपाय कसा सांपडणार ? अर्थातच त्यांनां त्यामुळें आतांपर्यंत प्रमाणभूत वाटत असलेले गॅलेनचे ग्रंथ तसे वाटेनासे झाले अशा प्रकारें त्याच्या ग्रंथांबद्दल एकदां संशय उत्पन्न झाल्याबरोबर लोकांनीं गॅलेनच्या ग्रंथांचा बारकाईनें अभ्यास करून त्यांतील चुका शोधून काढण्यास सुरवात केली; व परंपरागत ग्रंथांबद्दलच्या या संशयवृद्धीमुळें नवीन नवीन शास्त्रीय शोध लावण्यास सुरवात झाली. हे प्लेगसारखे रोग, प्रार्थनेनें अगर मंत्रतंत्रानें नाहींसे न झाल्यामुळें लोकांनां आपल्या जुन्या धर्मभोळ्या समजुतींबद्दल शंका येऊं लागली व कोपामुळें रोग उत्पन्न होतात ही परंपरागत समजूत नष्ट होऊन रोग हे मौतिक कारणांमुळेंच उत्पन्न होतात व त्यांचा नाश भौतिक उपायांनींच केला पाहिजे अशी लोकांची समजूत झाली.

व्हिल्लानोव्हाचा अरनॉल्ड.—या तेराव्या शतकांत व्हिल्लानोव्हाचा अरनॉल्ड (इ. स. १२३५–१३१२) आणि आबानोचा पीटर इ. स. (१२५०–१३१५) या नांवांचे दोन प्रसिद्ध वैद्य झाले; या दोघांचाहि रोग ईश्वरी कोपामुळें उत्पन्न होत नसून भौतिक कारणांमुळें होतात असें प्रतिपादन केल्याबद्दल छळ झाला. अरनॉल्डला तर एकदां, 'पोपचीं आज्ञापत्रें हीं कांहीं दैवी नव्हेत, पशुयज्ञापेक्षां दयाधर्माचें आचरणच ईश्वरास अधिक प्रिय आहे.' हीं आपलीं मतें उघडपणें बोलून दाखविल्यामुळें बार्सिलोनाहून पळून जाण्याची पाळी आली. त्यावर किमया करण्याचाहि आरोप होता. छळ टाळण्यासाठीं एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं पलायन करीत असतां हा दुर्दैवी मनुष्य सरतेशेवटीं जहाज बुडून मरण पावला.

गुंगी आणणारें औषध शोधण्याचे प्रयत्न.—अरनॉल्ड हा मोनपेल्लये शाखेमधील अतिशय नांवाजलेला विद्वान् होता. त्यानें रासायनिक द्रव्यांसंबंधीं बारकाईनें अभ्यास केला असून हिपॉक्राटेझ व गॅलेन यांचीं मतें पुनः प्रस्थापित करण्याचा यानें प्रयत्न केला. तसेंच, अमृताचा शोध लावण्यासाठीं पुढील कित्येक शतकांत ज्या अनेक इसमांचे प्रयत्न खर्ची पडले त्यांत हा प्रमुख होता. शस्त्रक्रिया चालली असतां वेदना होऊं नये म्हणून गुंगी आणणाऱ्या औषधाचा शोध यानें सुरु केला. असलें एखादें औषध शोधून काढण्याचे प्रयत्न फार प्राचीन काळापासून झाले होते. हिरोडोटस इतक्या प्राचीन लेखकानें देखील सिथिअन लोक एका प्रकारच्या तागाची वाफ हुंगवून गुंगी कशी आणतात याचा उल्लेख केलेला आहे. त्याच्या नांवावर असलेल्या एका पुस्तकांत त्यानें गुंगी आणण्यासाठीं अफू वगैरे मादक द्रव्यापासून मिश्रण कसें करावें याबद्दल माहिती दिली आहे. ह्याच औषधांत आणखी कांहीं द्रव्यें घालून लुकाचा (मृत्यु–इ. स. १२५२ किंवा १२६८) यानें नवीन औषध तयार केलें. तथापि या गुंगी आणणाऱ्या औषधाचा उपयोग निषिद्ध मानला जात असे त्यावरून तें व्हावें तितकें यशस्वी झालेलें दिसत नाहीं. इ. स. १७८२ इतक्या अलीकडच्या काळापर्यंत त्याचा मधून मधून उपयोग केलेला आढळून येतो. इ. स. १७८२ मध्यें पोलंडच्या राजास त्याच्या शस्त्रवैद्यांनीं या औषधानें गुंगी आणून आपली शस्त्रक्रिया यशस्वी रीतीनें पार पाडली असा उल्लेख आहे.

आबानोचा पीटर.—आबानोचा पीटर हा पादोवाच्या विश्वविद्यालयामधून बाहेर पडलेल्या आरंभींच्या विद्वानांपैकीं एक जाडा विद्वान् होता. याचा अरनॉल्डपेक्षां देखील अधिक छळ झाला असता; परंतु फांशीच्या आधल्या दिवशींच हा मेल्यामुळें या प्रसंगांतून सुटला. तरी पण मेल्यावर देखील पाखंडी म्हणून त्याचीं हाडें जाळून त्यावर सूड उगविण्यास या धर्मगुरूंनीं कमी केलें नाहीं. त्यानें सैतानाच्या अस्तित्वाबद्दल शंका प्रदर्शित केली हा त्याचा गुन्हा होता. त्यानें 'कन्सिलिएटर डिफरेन्शिएरम' हा ग्रंथ लिहिला. त्याचे वैद्यकशास्त्राशिवाय इतर शास्त्रांतहि शोध आहेत. हवेला वजन आहे याची त्याला अंधुक अंधुक कल्पना असलेली दिसते, व वर्षाचा काल ३६५ दिवस ६ तास ४ मिनिटें इतका आहे हा त्याचा शोध त्याच्या काळाच्या मानानें पुष्कळच बरोबर आहे. मज्जातंतूंचा उगम मेंदूपासून व रक्तवाहिन्यांचा उगम हृदयापासून होतो असें सांगणारा हा बहुधा पहिलाच पाश्चात्य लेखक होता. याच्यानंतर तीन शतकांनीं झालेल्या हार्वेनें रुधिराभिसरणाचें जें सप्रयोग स्पष्टीकरण केलें तसें कांहीं तरी स्पष्टीकरण देण्याच्या हा मार्गावरच होता असें दिसतें.

अवयवच्छेदनाचा यूरोपांत उपक्रम.—अरनॉल्ड व पीटर यांची परंपरा बोलोन्याचा मॉडिनो (इ. स. १२७६–१३२६)आणि चॉलिआकचा गाय(जन्म अजमासें इ.स.१३००) या विद्वानांनीं चालू ठेविली. मध्ययुगाच्या आरंभीं मनुष्याच्या मृत शरीराचें अवयवच्छेदन निषिद्ध मानिलें जात

असे; व पुढें इतर प्राण्यांच्या शरीरांचें अवयवच्छेदनहि, तें काम करणारे वैद्य चेटूक करीत असतात असा त्यांवर आरोप करण्यांत आल्यामुळें, वाईट समजलें जाऊं लागलें. परंतु तेरावें शतक संपण्यापूर्वीच या बाबतींत प्रतिक्रिया सुरू होऊन क्वचित् प्रसंगीं अवयवच्छेदन करण्यास तत्कालीन राजांकडून परवानगी मिळूं लागली. उदाहरणार्थ, दुसरा फ्रेडरिक (इ० स० ११९४-१२५०) यानें पांच वर्षांतून एकदां अवयवच्छेदन करण्यास, आपल्या राज्यांतील वैद्यांनां परवानगी दिली होती. मॉंडिनोच्या वेळीं अवयवच्छेदनाचा प्रचार अधिकाधिक वाढत चालला होता, आणि त्यानेंच स्वतः कित्येक शरीरांचें अवयवच्छेदन केल्याचें नमूद केलेलें आहे. त्याच्या शारीरशास्त्रावरील ग्रंथांतील बहुतेक माहिती त्यानें गॅलेनच्या ग्रंथांतून चोरून घेतली आहे, असा त्यावर आरोप करण्यांत येतो; परंतु बहुधा त्यानें स्वतंत्रपणेंहि बरेच शोध लाविलें असले पाहिजेत, व एकंदरींत गॅलेनच्या ग्रंथांपेक्षां त्याच्या ग्रंथांत अधिक प्रगति आहे असें मानावयास हरकत नाहीं विशेषतः त्यानें केलेलें हृदयाचें वर्णन बरेंच बिनचूक आहे व त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या शास्त्रज्ञांपेक्षां रुधिराभिसरणाचा मार्ग ठरविण्याच्या कामीं त्यास अधिक यश आलें होतें. हा मार्ग ठरविण्याच्या कामीं, रक्तवाहिन्यांत रक्ताप्रमाणेंच हवाहि असते ह्या तत्कालीन समजुतीमुळें त्यास बरीच हरकत झाली; व हृदयाची एक पोकळी हवेनें भरलेली असते असें त्यास त्यामुळें गृहीत धरावें लागलें. तथापि, त्याच्या बिनचूक निरीक्षणामुळें हार्वे यास रुधिराभिसरणाचा शोध लावण्यास बरीच मदत झाली असली पाहिजे यांत शंका नाहीं.

चॉलिआकचा गाय.—ज्याच्या शस्त्रविद्येंतील शोधामुळें त्या शास्त्राची मजबूत पायावर उभारणी झाली, तो चॉलिआकचा गाय हा अतिशय सुसंस्कृत पंडित होता, इतकेंच नव्हे तर तो आपल्या काळांतील एक व्यवहारचतुर शस्त्रवैद्यहि होता. त्याला गॅलेन, अलबुकासिस वगैरे त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या प्रसिद्ध पंडितांच्या ग्रंथांबद्दल फार पूज्यबुद्धि वाटत असे; परंतु त्या पूज्यबुद्धीमुळें त्या पंडितांच्या चुका सुधारण्याचें किंवा त्यांच्याहून अधिक चांगले उपाय योजण्याचें त्यानें टाकून दिलें नाहीं. रोग्याला सुखानें हालचाल करतां यावी म्हणून त्याच्या पलंगावर एक दोरी टांगण्याचा जो त्यानें नवीन प्रघात पाडला, व जखमांवरील मलमपट्टीचें फडकें कडक होऊन ढिलें पडूं नये म्हणून तें अंड्याच्या बलकांत भिजविण्याची जी त्यानें युक्ति योजिली, त्यांत त्याची व्यवहारचतुरता चांगली दिसून येते. हल्लींप्रमाणें त्याकाळींहि, तो हाड मोडलें असतां तो अवयव झोळींत बांधून टांगून ठेवण्याची खबरदारी घेत असे; व मोडलेला अवयव आंखूड होऊन विद्रूप होऊं नये, म्हणून कप्पीच्या व वजनाच्या साहाय्यानें त्याला खेंचून धरण्याच्या पद्धतीचा उपयोग करीत असे. चष्म्यांची उपयुक्तता ज्यांनीं ओळखिली त्या आरंभीच्या वैद्यांपैकीं तो एक असून, औषध घालून डोळे बरे होण्यासारखे नसल्यास तो चष्मा लावण्याची शिफारस करीत असे. डोळ्याच्या कवचीचें हाड मोडलें असतां तें बरें करण्यासाठीं मस्तकास्थीला बारीक छिद्र करण्याची जी शस्त्रक्रिया त्यानें सांगितली आहे, तींत अर्वाचीन काळांत देखील फारच थोडी सुधारणा झाली आहे. एका शस्त्रक्रियेंत तर त्यानें मनुष्याच्या मेंदूचा दूषित झालेला कांहीं भाग यशस्वी रीतीनें बाहेर काढला होता.

या काळांत युद्धें चाललीं असल्यामुळें शस्त्रविद्येस बरेंच चालन मिळालें. स्तिमित युगांत वैद्यांचा वर्ग सामान्यतः तुच्छतापूर्वक लेखिला जात होता; परंतु बुद्धिवादाचा उदय होतांच जखमांत अडकलेले बाणादिकांचे तुकडे काढण्यासाठीं व जखमांनां मलमपट्टी करण्यासाठीं रणांगणांत शस्त्रवैद्यांची मदत घेतली जाऊं लागली. याचा परिणाम असा झाला कीं, जखमांचें व रोगांचें अधिक बारकाईनें निरीक्षण करण्यास, शस्त्रवैद्यांनां संधि मिळून, शस्त्रक्रियेंत सुधारणा झाली.

पंधराव्या शतकांतील वैद्यक.—तेराव्या व चौदाव्या शतकांत वैद्यकशास्त्रांत थोडीशी सुधारणा झाली, परंतु वैद्यकाच्या सर्वांगीण पुनरुज्जीवनास, मुद्रणकलेच्या शोधामुळें बरीच मदत झाली. आतांपर्यंत वैद्यकीवरील पुस्तकें बहुतेक वैद्यांनां जीं दुर्लभ झालीं होतीं, तीं आतां सर्वांनां मिळूं लागलीं; व ग्रीक आणि अरबी ग्रंथांच्या पुनरावृत्ती निघतांच त्यावेळीं अस्सल समजले जाणारे अनेक ग्रंथ बनावट होते अशी लोकांची खात्री झाली.

मुद्रणकलेच्या शोधामुळें चिकित्सक बुध्दीस मिळालेली चालना.—इ. स. १४४३ त कॉर्नेलियस सेल्सस यानें लिहिलेल्या 'डिमेडिसिने' नांवाच्या ग्रंथाची हस्तलिखित प्रत मायलन येथील सेन्ट अँब्रोजचर्चमध्यें सांपडल्यामुळें सेल्ससच्या ग्रंथाच्या नकला मुळापासून किती दूर गेल्या आहेत हें लोकांच्या चांगलें नजरेस आलें; व त्यांतच गॅलेन, हिपॉक्राटेझ, प्लिनी वगैरे पंडितांमधील दिसणाऱ्या विरोधांची भर पडून लोकांच्या चिकित्सक बुद्धीस चालना मिळाली. उघड उघड याचा परिणाम असा झाला कीं, निरनिराळ्या कठिण मुद्यांवर वादविवाद सुरू होऊन कांहीं हिपॉक्राटेझचा तर कांहीं गॅलेनचा पक्ष घेऊन भांडूं लागले. सर्वांत कडाक्याचा वाद, फुप्फुसावरणदाह झाला असतां ज्या ठिकाणीं दाह होत असेल त्या जागेजवळची शीर तोडून रक्त काढावें कीं त्या जागेपासून दूर असलेली शीर तोडून रक्त काढावें, यावर झाला. हॅर्वेच्या शोधानंतर आपणांस या वादविवादाचें हसूं येतें. कारण, रुधिराभिसरणाच्या शोधामुळें आपणांला आतां असें निश्चयानें सांगतां येतें कीं जवळची शीर तोडली काय अगर लांबची शीर तोडली काय, दोहोंचा परिणाम सारखाच झाला पाहिजे. परंतु त्या वेळेस या वादाला अतिशय महत्त्व

प्राप्त झालें होतें. पॅरिस वैद्यकमंडळानें, दूरच्या जागेची शीर तोडली पाहिजे असा निकाल दिला; पण हा निकाल पांचव्या चार्लस बादशहानें फिरवला व नंतर पोप क्लेमंटनें देखील जवळची शीर तोडण्याच्या बाजूनें आपला निकाल सांगितला.

जन्तुनाश करण्याच्या कल्पनेचें बीज.—पण या वेळेस दुसऱ्या एका गोष्टीनें शस्त्रक्रियाविदांचें लक्ष वेधून घेतलें, ही गोष्ट म्हणजे बदुंकीच्या गोळीमुळें झालेल्या जखमेसंबंधीं होय. आतांपर्यंत ग्रीक अगर अरब ग्रंथकारांनीं या मुद्दयाचा निकाल लावला नव्हता. याच वेळेस नाविकरक्तपितीच्या रोगाची आणि स्वेदरोगाची सांथ पसरली आणि या सर्व विषयांचा खल करणारा असा 'प्रॅक्टिका कोपिओसा' नांवाचा ग्रंथ इ. स. १५१४मध्यें व्हिगोचा जॉन यानें प्रसिद्ध केला. व्हिगोच्या मतानें गोळीच्या जखमा या साध्या हत्यारामुळें झालेल्या जखमांपेक्षां निराळ्या असून, गोळी ही वाटोळी असल्या कारणानें अवयवांनां भेदून न:जातां ती ज्या ठिकाणीं लागेल तेथील मांस जाळते व विषमय करते; जखम विषमय झाल्यास त्या ठिकाणीं डाग द्यावा अगर एल्डर नांवाच्या झाडाच्या उकळत्या तेलाचा उपयोग करावा अशी व्हिगोनें शिफारस केली आहे. या पद्धतींतच पुढें प्रचारांत आलेल्या जन्तुनाश करण्याच्या उपायाचें मूळ आहे.

शास्त्रीय ज्ञानाचें यूरोपांत पुनरुज्जीवन.—मध्ययुगांत ज्या शास्त्रांचा विशेषतः विस्तृत प्रमाणावर प्रसार झाला त्या वैद्यकशास्त्रासंबंधीं आतांपर्यंत बरेंच विवेचन झालें; तरी पण अरब लोकांच्या शास्त्रीय शोधांचा इतर शाखांवर परिणाम झाल्याशिवाय राहिला नाहीं. अरब लोकांनीं ग्रीक ग्रंथांची भाषांतरें केल्यामुळें, पश्चिमयूरोपला—विशेषतः स्पेन व सिसिलि येथील विद्वानांनां—शास्त्रीय शोधांमध्यें त्या भाषांतरांचा फार फायदा झाला. याहीपेक्षां महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे, तुर्क लोकांनीं कॉन्स्टांटिनोपल काबीज करण्याचा धाक घातल्यामुळें जे बिझॅन्शिअमचे लोक कॉन्स्टांटिनोपल सोडून पश्चिम यूरोपमध्यें गेले त्यांनीं आपल्या बरोबर ग्रीकवाङ्मय, आणि त्या वेळपर्यंत अज्ञात असलेले अनेक बहुमोल ग्रंथ नेले. यामुळें पश्चिम यूरोपमधील विद्वानांनीं ग्रीकभाषेच्या अभ्यासास सुरवात केली. निरनिराळ्या ग्रीक ग्रंथांच्या हस्तलिखित प्रती मिळविण्याचा प्रयत्न कॉस्मो डी मेडिसी सारखे विद्वान् करूं लागले व एकंदरींत या ग्रीकवाङ्मयामुळें शास्त्रीय ज्ञानावर बराच परिणाम झाला.

त्या वेळीं जो अभ्यासक्रम निश्चित करण्यांत आला होता त्यामध्यें मुख्यतः संगीत, गणित, भूमिति, ज्योतिष, व्याकरण तर्क व साहित्य या शास्त्रांचा समावेश झाला होता. या अभ्यासांत भौतिकशास्त्रांनां स्थान मिळालें नव्हतें, व जें थोडें बहुत स्थान मिळालें होतें तें टॉलेमीच्या ज्योतिषाला होतें. भौतिक शास्त्राची अधोगति, त्या काळच्या आलबर्टस मॅग्नस, टॉमस आक्वीनस, बोना व्हेंटुरा यांसारख्या व त्यांच्याहून कमी दर्जाच्या अनेक विद्वानांच्या ग्रंथांवरून दिसून येते. अशा स्थितींत एक अद्वितीय विद्वान उदयास येऊन त्यानें भौतिक शास्त्रांवर बरेच ग्रंथ लिहिले व त्या शास्त्रांच्या अधोगतीस आळा घातला. हा मनुष्य म्हणजे सुप्रसिद्ध इंग्लिश पाद्री रॉजर बेकन हा होय.

रॉजर बेकन.—रॉजर बेकन हा इ. स. १२१४ मध्यें जन्मला व १२९२ मध्यें मृत्यु पावला. त्याची खरी योग्यता त्याच्या वेळच्या लोकांनां कळली नाहीं व कळणें शक्यहि नव्हतें (वास्तविक तो अर्वाचीन कालामध्येंच जन्मास यावयास पाहिजे होता. तो त्या काळांत चुकून जन्मला) कारण, त्याचे सर्व विचार व शोध अर्वाचीन शास्त्रज्ञाला साजतील असे होते. त्याच्या या मतांबद्दल त्याला कैद भोगावी लागली व कांहीं कालपर्यंत तर त्याला लिहिण्याचीहि बंदी करण्यांत आली. असें असूनहि त्यानें पुष्कळच ग्रंथ लिहिले. त्याचें सर्वांत प्रसिद्ध पुस्तक म्हणजे 'ओपस मेजस' हें होय. या पुस्तकाच्या चवथ्या भागांत त्यानें सर्व शास्त्रांचा पाया गणित आहे असें सिद्ध करण्याचा प्रयत्न केला आहे. पण या पुस्तकाचा यथादर्शनावरील पांचवा भाग अर्वाचीन शास्त्रज्ञांनां वाचनीय वाटेल. त्यांत बेकननें परावर्तनाचा व वक्रीभवनाचा आणि आरशांचा व बाह्यगोलादि भिंगांचा विचार केला आहे. या विवेचनामध्यें अलकिंडि व अल्हाझेन या अरब लेखकांच्या ग्रंथांचा त्यानें पूर्ण फायदा घेतला आहे. या गोष्टीचा त्याचे कांहीं टीकाकार तो स्वतंत्र विचाराचा नव्हता असें सिद्ध करण्याकडे उपयोग करतात. या टीकाकारांच्या टीकेंत कितपत तथ्य आहे तें सांगणें कठिण आहे. तथापि एवढें मात्र खरें कीं, या भागांत त्यानें डोळ्यांच्या रचनेचें फारच बरोबर वर्णन केलें असून आरशांचें व बाह्यगोलादि भिंगांचेंहि चांगलें विवेचन केलें आहे.

बेकनचे शोध, दुर्बीण.—कांचेच्या वृत्तखंडाची महत्कारी शक्ति अल्हाझेनच्या ध्यानांत आली होती. वृत्तखंड जितक्या मोठ्या आकाराचें घ्यावें, तितकें महत्करण वाढतें, ही गोष्ट त्यानें पाहिली होती. बेकननें या वृत्तखंडांच्या तुलनात्मक फायद्यांचें विवेचन करण्याचें काम हातीं घेतलें. या विवेचनांत बेकननें पारदर्शक गोल पदार्थांतून जाणाऱ्या प्रकाशकिरणांचा मार्ग कसा निश्चित करावा व प्रतिबिंब कोठें पडेल हे कसें काढावें, याबद्दल आपणांस माहिती असल्याचें दिग्दर्शित केलेलें दिसतें. दुर्बीण कशी करावी याचेंहि त्यानें आपल्या ग्रंथांत वर्णन दिलें आहे. परंतु त्यावरून तशा प्रकारचें यंत्र त्यानें स्वतः कधीं तयार केलें होतें कीं काय हें स्पष्ट होत नाहीं. इतकेंच नव्हे, तर त्यानें दर्शविलेल्या रीतीनें कधीं कोणास दुर्बीण तयार करतां आली असती किंवा नसती हा देखील वादग्रस्तच प्रश्न आहे. त्यानें योजिलेल्या संज्ञांच्या संदिग्धतेमुळें, त्याच्या ग्रंथांचे टीकाकार त्याच्या वाक्यांचा इतक्या स्वैरपणें अर्थ

करूं शकतात कीं, बेकनच्या सूचनांच्या व्यवहार्यतेबद्दल शास्त्रज्ञांत आज ऐकमत्य नाहीं.

चष्मे प्रथम कोणीं प्रचारांत आणले.—चष्म्यांच्या रूपानें बाह्यगोल भिंगांचा व्यवहारांत उपयोग सुरू करण्याचें श्रेय बेकनला आहे ही गोष्ट सिद्ध करतां येत नाहीं. असलीं भिंगें १४ व्या शतकाच्या आरंभास प्रचारांत होतीं. असें स्मिथनें ठरविलें आहे. परंतु त्यावरून त्यांच्या शोधांशीं बेकनचा संबंध कसा जडूं शकतो हें कळत नाहीं. बाह्यगोलादि भिंगांचें ज्ञान फार प्राचीन काळापासून होतें, असें लेयार्ड याला निमरूड येथें जमीन खणीत असतांना जें शिलास्फटिकाचें बाह्यगोल भिंग सांपडलें त्यावरून दिसून येतें. परंतु या भिंगांचा, डोळ्यांचा अधूपणा नीट करण्याच्या कामीं उपयोग करण्याची कल्पना प्राचीनांनां सुचली होती, असें म्हणण्यास कांहींच आधार उपलब्ध नाहीं; किंवा, अशा प्रकारें उपयोग करण्याची कल्पना प्रथम बेकनच्याच डोक्यांत आली होती कीं काय, हें ठरविणेंहि आज शक्य नाहीं.

बंदुकीच्या दारूचें जनकत्व.—ज्याचें श्रेय बेकनकडे आहे किंवा नाहीं यावद्दल रणें माजून राहिलीं होतीं, असा दुसरा शोध म्हटला म्हणजे बंदुकीच्या दारूसंबंधीं होय. असें दिसतें कीं, त्याच्या ग्रंथांत एके ठिकाणीं त्यानें ज्याचे गुणधर्म बंदुकीच्या दारूप्रमाणेंच आहेत, असा एक पदार्थ तयार करण्याची कृति दिली आहे. परंतु वर्णन केलेल्या पदार्थाचे गुणधर्म स्वतः बेकनला ठाऊक होते किंवा नव्हते याची वानवाच आहे. तथापि, हें आतां बहुतेक निश्चित झालें आहे कीं, बेकनच्या काळीं अरबांनां बंदुकीच्या दारूसंबंधीं माहिती होती. तेव्हां तिजसंबंधीं बेकनच्या ग्रंथांत उल्लेख आले असल्यास त्याचें फारसें आश्चर्य वाटावयास नको; कारण, बेकन हा अरब ग्रंथकारांच्या ग्रंथांचा वारंवार उपयोग करीत असे, असें मानावयास सबळ पुरावा आहे.

बेकनची कामगिरी.—तथापि बेकन हा त्याच्या कांहीं विशिष्ट शोधासाठीं म्हणून प्रसिद्ध नसून, त्यानें प्रयोगांसंबंधीं व सृष्टिनिरीक्षणासंबंधीं जीं कांहीं सामान्य तत्त्वें दिग्दर्शित केलीं त्यांसाठीं त्याची प्रसिद्धि आहे. परंपरागत समजुतींनां त्यानेंच प्रथम झिडकारून लावलें व पुढील पिढीस प्रत्येक विचारक्षेत्रामध्यें स्वतंत्र बुद्धीनें शोध लावण्यास शिकविलें. त्या काळीं दुर्मिळ असलेली चिकित्सक व शोधक बुद्धि त्याच्यामध्यें प्रामुख्यानें वास करीत असून, परिस्थित्यनुरूप त्यानें स्वतःहि कांहीं स्वतंत्र शोध लावले होते यावद्दल आज कोणास शंका नाहीं.

लिओनार्डो डा व्हिन्सि.—बेकननें आपलीं तत्त्वें शिकविण्यासाठीं स्वतंत्र शाखा प्रस्थापित न केल्यानें त्याच्या मागें त्याचा कोणीहि अनुयायी राहिला नाहीं. यामुळ त्याच्या मृत्यूनंतर उभ्या शतकांत नांवाजलेला असा एकहि शास्त्रज्ञ झाला नाहीं. १५ व्या शतकाच्या उत्तरार्धांत मात्र मूलर नांवाचा एक जर्मन शास्त्रज्ञ रेजो मॉंटेनस या लॅटिन नांवानें प्रसिद्धीस आला.(इ.स.१४३७-१४७२).त्याहीपेक्षां अतिशय प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ म्हणजे लिओनार्डो डा व्हिन्सि नांवाचा इटालियन पुरुष होय. याच्या इतका सर्वांगी व प्रतिभाशाली पुरुष त्यावेळेपर्यंत झाला नाहीं. त्याची चित्रकलेमधील पारंगतता जगजाहीरच आहे. तथापि आपणांस त्याच्या चित्रकलेंतील पारंगततेसंबंधानें कांहीं एक लिहावयाचें नसून त्यानें शास्त्रीय शोध कोणते लावले ऐवढेंच कायतें पहावयाचें आहे.

पृथ्वीच्या गतीबद्दल लिओनार्डोचें मत.—व्हेंटुरि यानें निदर्शनास आणलेल्या लिओनार्डोच्या ग्रंथांतील एका वचनावरून असें दिसतें कीं, पृथ्वीच्या गतीसंबंधाची कल्पना कोपर्निकसाच्या पूर्वी लिओनार्डोच्या डोक्यांत आली होती. हें सिद्ध करण्याकरितां त्यानें गणितशास्त्राची मदत घेतली असून पृथ्वी फिरते किंवा निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे सूर्य फिरत नाहीं असें त्याचें ठाम मत झालें होतें. युजीन मून्ट्झ यानें 'लिओनार्डो डा व्हिन्सि, आर्टिस्ट, थिंकर अँड् मॅन ऑफ सायन्स' या नांवाचें इ. स. १८९२ सालीं न्यूयॉर्क येथें जें पुस्तक प्रसिद्ध केलें, त्यांत 'सूर्य फिरत नाहीं' असें लिओनार्डोच्या लेखांत एके ठिकाणीं विधान आहे म्हणून म्हटलें आहे [विभाग २ पृष्ठ ७३].

लिओनार्डोचा वाष्पयंत्रासंबंधीं शोध.—लिओनार्डोनें जे कित्येक शोध लावले, त्यांत प्राण्यांच्या किंवा यंत्रांच्या अंगीं असलेली ओढण्याची शक्ति मोजण्याकरितां त्यानें काढलेल्या शक्तिमापकाचा उल्लेख प्रामुख्यानें केला पाहिजे. त्यानें वाफेसंबंधाचे जे कित्येक प्रयोग केले त्यांवरून बाष्पयंत्राचा (स्टीम इंजिनचा) प्रथम शोध लावण्याचा मान वॅटच्या ऐवजीं लिओनार्डोसच आहे असें त्याचे कित्येक चहाते प्रतिपादन करतात. परंतु या प्रयोगांत लिओनार्डोनें अलेक्झांड्रिआ येथील हीरोनें बनविलेल्या वाफेच्या खेळण्यापलीकडे विशेषशी प्रगति केलेली दिसत नाहीं. हीरोचें वाष्पयंत्र वांकविलेल्या नळ्यांतून बाहेर पडणाऱ्या वाफेच्या फवाऱ्यांच्या जोरावर केवळ स्वतः भोंवतींच फिरत होतें, आणि लिओनार्डोचें बाष्पयंत्र एक टॅलेंट वजनाचा गोळा सहा स्टेडिआ इतक्या अंतरावर फेकीत असे. 'इन्स्टिट्यूट डि फ्रान्सच्या' ग्रंथालयांत असलेल्या एका हस्तलिखितांत, लिओनार्डोनें या यंत्राचें वर्णन केलें आहे. या यंत्रांत, थोडेंथोडें पाणी अतिशय तापलेल्या पृष्ठभागावर पडून त्याचें एकदम वाफेंत रूपांतर होतें व स्फोटक द्रव्याचा भडका उडतांच जशी प्रतिसारकप्रेरणा उत्पन्न होते तसा या वाफेच्या प्रसरणाचा परिणाम होतो. या यंत्रास बाष्पयंत्र म्हणण्यापेक्षां 'वाफेची बंदुक' हेंच नांव अधिक शोभेल; व त्याची रचना बहुधा बंदुकीच्या दारूवरील प्रयोगांवरूनच लिओनार्डोस सुचली असावी.

प्रकाशहीन पेटिकेचा संशोधक कोण.—लिओनार्डो हाच 'प्रकाशहीन पेटिके'चा खराखरा संशोधक होता

अशी सर्व साधारण समजूत आहे. या पेटीला असलेल्या एका बारीक छिद्रांतून बाहेरील पदार्थापासून परावर्तन पावलेले किरण आंत येऊन ते छिद्रासमोरच्या पडद्यावर त्या पदार्थांची प्रतिमा उठवितात. तथापि या युक्तीचें प्रथम वर्णन करण्याचा मान लिओनार्डोनंतर वीस वर्षांनीं जन्मास आलेल्या नेपल्स येथील जायां बाप्टिस्टा पोर्टा याला आहे. या यंत्राचें तत्त्व डा व्हिन्सि यास समजलें होतें यावद्दल मात्र संशय नाहीं; कारण, एका काळोख्या खोलीच्या दाराला एक गोल भोंक पाडावें म्हणजे समोरच्या भिंतीवर बाहेरील पदार्थांची उलटी प्रतिमा पडते, असें त्याच्या ग्रंथांत एके ठिकाणीं वर्णन आलें आहे.

ध्वनिशास्त्रांतील चमत्कारांचें निरीक्षण.—इतर तत्त्ववेत्त्यांप्रमाणें लिओनार्डो यानेंहि असे कित्येक चमत्कार पाहिले होते कीं, ज्यांचें त्यास बरोबर स्पष्टीकरण करतां आलें नाहीं. असल्या प्रकारच्या शास्त्रीय निरीक्षणांचा संचय शास्त्रेतिहासकारास फार महत्त्वाचा आहे. कारण त्यावरून एखाद्या चमत्काराचें बरोबर स्पष्टीकरण व्हावयास लागण्यापूर्वी त्याचें निरीक्षण होऊन किती शतकें लोटावीं लागतात, हें चांगलें ध्यानांत येतें. लिओनार्डोनें ध्वनिशास्त्रांतील अनेक चमत्कारांचें निरीक्षण केलें होतें. उदाहरणार्थ, एखादी घंटा वाजविली असतां तिच्याजवळ असलेल्या त्याच जातीच्या दुसऱ्या घंटेपासून, प्रतियोगी ध्वनी निघतात, ही गोष्ट त्याच्या ध्यानांत आली होती. त्याचप्रमाणें एखाद्या नळीचें एक टोंक समुद्रांतील पाण्यांत बुडवून दुसऱ्या टोंकाशीं कान लावला असतां, समुद्रांतील दूर अंतरावरील अवाज ऐकूं येऊं शकतात व हाच प्रयोग नळीचें टोंक जमिनीस लावून जमिनीवर करून पाहिला असतां, तेथेंहि यशस्वी होऊं शकतो, हें त्याला ठाऊक होतें.

कारणमीमांसा न दिलेल्या ज्या अनेक चमत्कारांचें लिओनार्डोस ज्ञान झालें होतें, त्यांवरून त्याचे चहाते अर्वाचीन शतकांतील शास्त्रीय ज्ञान लिओनार्डोस कित्येक शतकें अगोदरच झालें होतें असें अनुमान काढतात. परंतु असली अनुमानें नेहमीं भ्रामक असतात. उदाहरणार्थ, नळीचें एक टोंक जमिनीस टेकून ठेविलें असतां दूर अंतरावरील हालचाली ऐकूं येऊं शकतात, या लिओनार्डोच्या निरीक्षणावरून त्याचें निरीक्षण फार सूक्ष्म व सशास्त्र होतें, याहून अधिक कांहींच सिद्ध होत नाहीं; कारण, प्रत्येक देशांतील रानटी लोक दूरच्या हालचाली ऐकण्याकरितां अशाच पद्धतीचा उपयोग करीत असतात.

लिओनार्डोची भूस्तर शास्त्रांतील प्रगति.—लिओनार्डोची आधुनिक शास्त्रज्ञांत जी इतकी चहा झाली आहे, ती त्याच्या भूस्तरशास्त्राच्या शोधामुळें होय. पर्वतांच्या शिखरावर असलेल्या शिलांच्या निरनिराळ्या थरांत पाण्यांत आढळणारे शंखादि पदार्थ प्रस्तरीभूत स्वरूपांत सांपडतात ही गोष्ट त्यानें पाहिली होती. हीं द्रव्यें तेथें प्रलयकालच्या समयीं गेलीं, ही समजूत पार चुकीची आहे असें त्यानें प्रतिपादन केलें. त्याच्या मतें, हीं द्रव्यें तेथें सांपडतात यावरून येथील शिला समुद्राच्या तळाशीं गाळाचे थर एकावर एक सांचून बनल्या असल्या पाहिजेत. या क्रियेस शेंकडों किंवा हजारों शतकें लागलीं असतील, असें त्यानें गृहीत धरलें होतें. अशा रीतीनें बायबलांत दिलेला पृथ्वीच्या उत्पत्तीचा काळ चुकीचा आहे ही गोष्ट त्यानें उघडपणें लोकांच्या निदर्शनास आणली.

ख्रिस्तोफर कोलंबस व मध्ययुगाचा अंत:—लिओनार्डोचे शोध इतक्या महत्त्वाचे असूनहि ते त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या बेकनच्या शोधांप्रमाणें वांझच राहिले, ही गोष्ट कबूल करणें भाग आहे. शास्त्रीय प्रगतीस चालना देणारें कार्य; या पिढींत ख्रिस्तोफर कोलंबस नांवाच्या एका शास्त्रानभिज्ञ माणसानेंच केलेलें आहे. त्याच्या कामगिरीची सविस्तर हकीकत देण्यास येथें अवकाश नाहीं. इतकें सांगितलें असतां पुरें होईल कीं, बहुतेक आधुनिक लेखक पृथ्वी वाटोळी आहे हें प्रत्यक्ष सिद्ध करणारें त्याचें जलपर्यटन शास्त्रेतिहासांत नवयुगाचें प्रारंभक आहे असें समजतात. त्यानें ज्या वर्षी हें जलपर्यटन केलें तें वर्ष जवळ जवळ मध्ययुगाच्या अखेरचेंच मानण्यांत येतें. त्याच्या शोधावरोबर तत्कालीन विद्वत्तेंत एकाएकीं मोठा फरक घडून आला, असा याचा अर्थ नाहीं. पुढील काळांतील मोठमोठ्या शोधांची पूर्वतयारी अगोदरच झाली होती; व इ. स. १४९२ त कोलंबसानें आपलें सुप्रसिद्ध समुद्रपर्यटन केलें तेव्हां मागील हजारांहूनहि अधिक वर्षांत न मिळालेली अशी शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत जीवनशक्ति ओतणारी कल्पना पुढें मांडणारा पुरुष अगोदरच जन्मास आला होता. या प्रख्यात पुरुषाचें नांव कोपर्निकस हें होय.

प्रकरण ८ वें.

ज्योतिष शास्त्राचा इतिहास

ज्योतिषशास्त्राचे विभाग.—ज्योतिष शास्त्राचे साधारणपणें अभ्यास करण्याच्या दृष्टीनें दोन विभाग करतात: ज्योतिर्विषयक गणितशास्त्र आणि ज्योतिर्विषयक अवलोकनशास्त्र. ज्योतिर्गणित अवलोकनाशिवाय शक्यच नाहीं. तथापि अर्वाचीन यंत्रसामुग्रीमुळें खस्थज्योतींविषयीं जी माहिती आपणांस उपलब्ध होत आहे ती प्राचीनकाळीं उपलब्ध असणें शक्य नव्हतें. केवळ दृष्टीनें जें दिसेल तेंच घेऊन प्राचीनांनीं आपलें शास्त्र सजविलें. यावरून असें समजूं नये कीं, प्राचीन संशोधक आपल्या वेधांमध्यें यंत्रांचा उपयोग करीत नसत. तुरीययंत्र, गोलयंत्र, यांविषयीं पुढें शरीरखंडामध्यें जे लेख आहेत त्यांवरून या शास्त्राच्या अभ्यासार्थ वापरीत असलेल्या यंत्रांची कल्पना येईल. स्थूल परंतु वर्षानुवर्ष चाललेल्या अवलोकनावरून प्राचीनांनीं ग्रहांच्या गती, ग्रहणें, इत्यादिकांविषयीं जे महत्त्वाचे शोध लावले त्यांचा इतिहास पुढें

दिला आहे, त्यावरून आपणांस हें दिसून येईल कीं, व्यवहारोपयोगी ज्योतिषशास्त्र आपणांस प्राचीनांनींच दिलें आहे. ज्योतिषशास्त्र कालगणनेसाठीं उपयोगी पडतें. याखेरीज ज्योतिषशास्त्राचा व्यावहारिक उपयोग फारसा नाहीं. फलज्योतिष आजचा सुशिक्षित वर्ग शास्त्र म्हणण्यास तयार नाहीं. सूर्यावरील डागांचा आणि पृथ्वीवरील दुष्काळांचा संबंध केरोपंत छत्रे व लॉकियर इत्यादिकांनीं पुढें मांडला त्यासंबंधानेंहि फारसें खात्रीनें आज लिहितां येणार नाहीं, पृथ्वीवरील मोठमोठाले फरक उदाहरणार्थ, उत्तरध्रुवावरील कायमचें हिमाच्छादन किंवा कायमचा वसंतकाल याविषयीं शोध होऊन त्यांचा संबंध पृथ्वीपासून सूर्याच्या अंतराशीं लावण्यांत येत आहे हा एक महत्त्वाचा व्यवहारोपयोगी ज्योतिषशास्त्राचा भाग प्राचीनांस परिचित नसावा. तेवढा व्यवहारोपयोगी भाग वगळून आपणांस असें म्हणतां येईल कीं; प्रत्यक्ष व्यवहाराशीं संबंध ज्या ज्ञानाचा येतो तें ज्योतिर्ज्ञान प्राचीनांनींच मिळविलें होतें अर्वाचीनांनीं नाहीं .यासाठीं ज्योतिषशास्त्राच्या इतिहासांत प्राचीन इतिहासास महत्त्व मोठें आहे. ज्योतिषशास्त्राचा अत्यंत प्राचीन इतिहास आपणांस आज मिळणें अशक्य आहे. ऋग्मंत्र काळांतच चांद्रवर्ष व सौरवर्ष यांतील भेद लक्षांत येऊन अधिक मासाचा प्रचार झालेला दिसतो.

चिनी ज्योतिष शास्त्र.—ज्योतिषशास्त्राच्या हिंदुस्थानांतील इतिहासाकडे अवलोकन करण्यापूर्वी आपणास चीन देशांतील ज्योतिषशास्त्राकडे लक्ष पुरविलें पाहिजे. तथापि चीनमधील शास्त्रास पुढें स्वतंत्र स्थान दिलें असल्यामुळें येथें अधिक विवेचन करीत नाहीं. येवढें सांगितलें पाहिजे कीं, ख्रिस्तपूर्व अडीच हजारवर्षे इतक्या जुन्या काळापासून चीनी लोकांच्या वेधविषयक ज्ञानाचा आपणांस इतिहास लिहितां येतो.

वेदविद्या व ज्योतिर्ज्ञान.—वेदविद्या उर्फ यज्ञ करण्याचे धर्म याचा विकास प्राथमिक अथर्वविज्ञानांतून झाला आणि पूर्वींचे लहान लहान याग हे वृहद्याग झाले त्याची क्रिया दुसऱ्या विभागांत वर्णिलीच आहे. अथर्वविज्ञानाचीं दुसरीं अंगें म्हटलीं म्हणजे मंत्रौषधिज्ञान, ज्योतिर्ज्ञान वगैरे होत. सर्वच राष्ट्रांच्या परमार्थोद्यमी वर्गाच्या ज्ञानाच्या इतिहासांत ज्योतिर्ज्ञान, औषधिज्ञान यांचा प्राचीन इतिहासांत इतका निकट संबंध आहे कीं, या दोन्हीं कर्तव्यात्मक शास्त्रांचा इतिहास एकत्र लिहिला पाहिजे. वेदविद्येशीं म्हणजे श्रौतधर्माशीं ज्योतिर्ज्ञान कसें संलग्न झालें होतें हें दाखविण्यासाठीं कांहीं विधिवाक्यें देतों.

विधिवाक्यें.—तै त्ति री य सं हि ता.—

पुनर्वस्वोरादधीत ।
संवत्सरस्य परस्तादाग्नि पावमानीभिरुपतिष्ठते ।
यत्सायं जुहोति रेतएवतात्सिंचति ।
बर्हिषा पूर्णमासे व्रतमुपैति । वत्सैरमावास्यायां ।
चातुर्मास्यान्यालभमान एताभि र्व्याहृतिभिर्हवींष्यासादयेत् ।
साकंसूर्येणोद्यतामेयमष्टाकपालं निर्वपति ।
वसंता प्रातस्त्रीन् ललामानालभेत ।
संवत्सरं पर्यालभ्यंते ।
ग्रीष्मे मध्यंदिने त्रीन् शितिपृष्ठान् ।
शरदि आपराण्हे त्रीन् शितिवारान् ।
अहोरात्राण्येव सहस्रंसंपाद्यमालभेत् ।
यस्यहविर्निरुप्तं पुरस्ताच्चंद्रमा अभ्युदेति त्रेधा तंडुलान् विभजेत् ।
एकाष्टकायां दीक्षरेन् ...... साक्षादेव संवत्सरमारभ्य दीक्षंते फल्गुनीपूर्णमासे दीक्षेरन् मुखंवा एतत्संवत्सरस्य... । चित्रापूर्णमासे दीक्षेरन् मुखंवा एतत्संवत्सरस्य ...... । (७ ८-४)

तै त्ति री य ब्रा ह्म ण.—कृत्तिकास्वग्निमादधीत । एतद्वा अग्नेर्नक्षत्रं । यत्कृत्तिकाः ।
यो रोहिण्यामग्निमाधत्ते । ऋध्नोत्येव ।
पुनर्वस्वो रग्निमादधीत । पुनरेवैनं वामं वसूपावर्तते ।
पूर्वाफल्गुन्योरग्निमादधीत । अर्यम्णोवा एतन्नक्षत्रं ।
यः कामयेत भगीस्यामिति । स उत्तरयोः फल्गुन्योरग्निमादधीत ।
चित्रायामग्निमादधीत । अवकीर्यैव भ्रातृव्यान् । [१. १ २, १-८]
वसंतो ग्रीष्मो वर्षा । ते देवा ऋतवः । शरद्धेमंतः शिशिरः ते पितरः [शतपथ ब्रा. २. १, ३,]

वेदकालापासून अर्वाचीन कालापर्यंत.—वेदकालीन ज्योतिर्ज्ञानापासून आजपर्यंतच्या भारतीय ज्योतिर्ज्ञानाचा इतिहास देणें हें ज्ञानकोशकारांस मोठेसें दुर्घट काम नाहीं. बरेंचसें काम कै. शं. बा. दीक्षितांनीं आपल्या भारतीय ज्योतिषशास्त्रांत अगोदरच करून ठेविलें आहे. त्याचाच गोषवारा आम्ही पुढें देत आहों. पाश्चात्यांच्या ज्योतिर्ज्ञानाचे इतिहास पाश्चात्यांनीं सविस्तर लिहिलेच आहेत.

शास्त्रविषयाच्या इतिहासांत एक तडफड नेहमीं चालू असते. अमूक शोधाचा मान कोणाला आणि कोणत्या राष्ट्राला या तऱ्हेच्या भांडणांत बराच काल खर्च होतो. या भांडणाला आजच्या ज्ञानसंचयाचें अवगमन करण्याच्या दृष्टीनें किंवा शास्त्रविकास कसा झाला तो पहाण्याच्या दृष्टीनेंहि फारसें महत्त्व नाहीं. हिंदुस्थानाला मान कमी द्यावा अशी पद्धति पुष्कळांची आहे आणि आपले पंडित बरेचसें श्रेय आपल्याकडे ओढू पहातात. या प्रकारच्या वादांत होतां होईल तितकें अलिप्त राहून दोन्हीं विकास देण्याचा प्रयत्न केला आहे. आज आपलें शास्त्र फारच पाठीमागें आहे हें कोणीच नाकबूल करणार नाहीं. वाद कायतो आमचे पूर्वज शहाणे कीं दुसऱ्या कोणाचे पूर्वज शहाणे यासंबंधाचा आहे.

इतिहास स्पष्टपणें समजण्यापूर्वीं दोन्हीं तऱ्हेचे विकास स्थूलरूपानें मांडतों. हें कोष्टक सर्व प्रकरण वाचल्यानंतर अधिक स्पष्टपणें समजेल.

भारतीय व पाश्चात्य ज्योतिषशास्त्रप्रगतीची तुलना

भारतीय ज्योतिष	पाश्चात्य ज्योतिष
१ वैदिक काल.-(इ. पू. १५०० च्या पूर्वीचा काल) (१) वेदसंहिता.-पृथ्वी, त्याच्यावर अंतरिक्ष (पक्षी फिरतात तें वातावरण) व त्याच्यावर द्यौ (सूर्यादि ग्रहांचें स्थान) आहे. चंद्र सूर्याच्या वर आहे; आणि उलट सूर्य चंद्राच्या वर आहे अशा समजुती होत्या असे उल्लेख आहेत. पृथ्वी गोलाकार आहे व निराधार आहे. दिवस, पंधरवडा, चांद्रमास, सौरवर्ष आणि चांद्र व सौर गणनेचा मेळ बसण्याकरितां अधिक मास या गोष्टी होत्या. (२) तैत्तिरीयसंहिताब्राह्मणग्रंथ.—विषुववृत्ताच्या उत्तरेस व दक्षिणेस सूर्य जातो म्हणजे अयनांची कल्पना होती. ऋतू पांच किंवा सहा असत. त्यांचीं नांवें वसंतादीच होतीं. महिने बारा होते पण त्यांचीं नांवें मधुमाधवादि निराळीं होतीं. कृष्ण व शुक्लपक्ष होते. नक्षत्रें सत्तावीस होतीं. ग्रहणें ठराविक कालानें तींच तींच व छायेच्या योगानें लागतात याची माहिती अत्रिकुलाला होती. ग्रह चंद्र, सूर्य, बृहस्पति, शुक्र एवढे आढळतात.	**१ मिसर देश**-(इ. पू. १५०० च्या पूर्वीचा काल) ३६० दिवसांचें वर्ष, १२महिन्यांचें एक वर्ष,५दिदिवसांचा 'लहान महिना' वर्षांचे तीन ऋतू, चोवीस नक्षत्रें व त्यांचीं चित्रें आढळतात. पृथ्वीचा आकार चौकोनी आहे, आकाश म्हणजे पृथ्वीच्या चार कोंपऱ्यांवर असलेल्या चार स्तंभांच्या आधारावर ठेविलेलें छत आहे अशा कल्पना होत्या.
२ वेदांगज्योतिषकाल.-(इ. पू. १५०० ते५००) (१) वेदांगज्योतिषग्रंथः-चांद्रमास २९॥ दिवसांचा असतो. सौरवर्ष ३६६ दिवसांचें असतें. फलज्योतिषाचा आरंभ अथर्व ज्योतिषांत आहे पण तें नाक्षत्रिक आहे. यांत ग्रहांचीं व वारांचीं नांवें आहेत. (२) कल्पसूत्रें.—यांत राशी व वार नाहींत. पण बोधायन सूत्रांत मेषादि राशी आहेत.	**२ बाबीलोनिया उर्फ खाल्डीया व असुरिया.**-(इ.पू. १५०० ते ५००) तीस दिवसांचा चांद्रमास. बारा महिन्यांचें वर्ष आणि सहा वर्षांनीं एक अधिक महिना अशी कालगणना होती. सात दिवसांचा आठवडा प्रथम या लोकांनीं सुरू केला. सूर्यचंद्रादि सात ग्रहांचा शोध लावून त्यांचीं नांवें आठवड्यांतील वारांस दिलीं. क्रांतिवृत्ताचे बारा विभाग व बारा राशी ठरविल्या. सूर्य चंद्रांचीं ग्रहणें वर्तवितां येत होतीं. देवालयांनां जोडून वेधशाळा होत्या. शुक्राच्या कलाहि माहीत होत्या. चंद्राचीं अक्षांश दर्शविणारीं कोष्टकें तयार केलेलीं होतीं.
(३) महाभारत.- युगपद्धति आणि चैत्रादि संज्ञा व चैत्रवैशाख वसंतऋतु ही गणना सुरू झालेली दिसते.	
३ प्राचीन सिद्धांतपंचक काल.—(इ. पू. ५००ते इ. स. ५००) (१) पितामहसिद्धांत.-याप्रमाणें वर्ष ३६५ दिवस २१॥ घटकांचें असतें. (२) पुलिशसिद्धांत.-यांत ग्रहांच्या वक्रमार्गोदयास्तावद्दल माहिती असावी. या कालांत दिनमान काढण्याची पद्धति निघाली. (३) सूर्यसिद्धांत-यांत बुधादि सर्व ग्रहांचे भगण (नक्षत्रांतून होणाऱ्या प्रदक्षिणेचा काल) दिले आहेत. यांत दिलेले ग्रहांचे प्रदक्षिणा काल-बुध = ८९ दिवस २ तास,शुक्र = २२४ दिवस १७ तास, मंगळ = ६८७ दिवस, गुरु = ४३३२ दिवस ५ तास व शनि = १०७६५ दिवस १९ तास. (४) रोमकसिद्धांत. यांत वर्ष ३६५ दिवस १४ घटका १८ पळें आहे. चंद्रपातभगण किंवा राहुभगण दिले आहेत त्यांवरून ग्रहणचक्र सुमारें १८॥ वर्षांचें होतें असें निघतें. या एकंदर काळांत ग्रहभगण म्हणजे नक्षत्र मंडळातून एक पुरी प्रदक्षिणा करण्यास लागणारा प्रत्येक ग्रहाचा काल निश्चित करण्याकडे ज्योतिषांचें लक्ष वेधलेलें होतें. वर दिलेल्या ग्रहांच्या भगणांत व नंतर झालेल्या व अद्यापहि प्रचारांत असलेल्या अर्वाचीन सूर्यसिद्धांतात फारच थोडा फरक आहे. अर्वाचीन सूर्यसिद्धांतांतील बुधाचा प्रद-	**३ ग्रीकज्योतिषः**-(इ.पू. ७०० ते इ. पू. १००) (१) थेल्स (इ. पू.६१०-५४६) याच्या मतें पृथ्वी सपाट आहे. सूर्यग्रहणाचें भविष्य यानें वर्तविलें होतें. (२) पायथॅगोरस-(इ. पू. ४५० चा सुमार) पृथ्वी वाटोळी असून तिला गति आहे असें याचें मत होतें. (३) अनॅक्सॅगोरस.-(इ. पू. ५००-४२८) सूर्य लोखंडाच्या रसाचा गोळा आहे. आकाशांतून तुटून जमिनीवर पडलेल्या ताऱ्यांवरून सूर्यादि ग्रहतारे पृथ्वीसारख्याच द्रव्याचे आहेत. व त्या अर्थी ते सर्व पृथ्वीपासून मूळ निघालेले असून ते गुरुत्वाकर्षणासारख्या तत्त्वामुळें पृथ्वीभोंवतीं फिरत असून, पुढें गति कमी होऊन ते पृथ्वीवर परत येऊन पडतील. चंद्र स्वयंप्रकाश नसून सूर्याच्या प्रतिबिंबित प्रकाशानें प्रकाशमान होतो, व चंद्राचा प्रकाशित भाग कमजास्त दिसण्यानें चंद्राच्या कला उत्पन्न होतात. आकाशगंगा ही पृथ्वीची छाया होय. अशीं याचीं मतें होतीं. (४) आरिस्टॉटल.-(इ. स. पू. ३८५—३२२) पृथ्वीचा आकार वाटोळा आहे. पृथ्वीच्या सावलीनें चंद्रग्रहण लागतें, व ग्रहणाच्या निरनिराळ्या आकारावरून पृथ्वी गोलाकार असल्याचें सिद्ध होतें. परंतु पृथ्वीला गति नसून ती स्थिर आहे असें हा प्रतिपादित असे.

भारतीय ज्योतिष	पाश्चात्य ज्योतिष

क्षिणाकाल स्थूलमानानें प्राचीनांतल्यापेक्षां १ दिवस ३ तासांनीं कमी व गुरूचा प्रदक्षिणाकाल ३ तासांनीं अधिक इतकाच कायतो दोहोंत फरक आहे. ग्रहांचे उच्चनीच व पात ठरविण्याचा या कालापासूनच आरंभ झाला.

(५) आरिस्टार्कस.–(इ. पू. २५० च्या सुमारास) केंद्रसिद्धांत म्हणजे सूर्य मध्यवर्ति स्थिर असून सर्व ग्रह पृथ्वीसुद्धां त्याच्या भोंवतीं फिरत असतात. पृथ्वीपासूनचें सूर्याचें अंतर चंद्राच्या अंतरापेक्षां पुष्कळ पटींनीं अधिक आहे. सूर्य चंद्रापेक्षां हजारों पटींनीं मोठा आहे. पृथ्वीपेक्षां सूर्य पुष्कळ पटींनें मोठा आहे, म्हणून पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते. चंद्राला सूर्यापासून प्रकाश मिळतो, व तो पृथ्वीभोवतीं फिरतो. पृथ्वीच्या छायेनें चंद्रास ग्रहण लागतें, व पृथ्वीच्या छायेचा व्यास पृथ्वीच्या व्यासाच्या दुप्पट असतो. राशीचक्रांत चोवीस राशी असून चंद्रानें आकाशांतील व्यापलेला वर्तुलांश एका राशीच्या एकपंचदशांशांइतका असतो इ. शोध लावले.

(६) एराटॉस्थिनीझः–(इ. पू.—१९६) यानें पृथ्वी आकाशांत निराधार असून तिला गति आहे, पृथ्वीच्या परिघाची लांबी २,५०,००० स्टेडिया उर्फ २८ हजार मैल आहे. हे शोध लावून खगोलाचा नकाशा काढला.

(७) हिप्पार्कस.–(इ. पू. १६०–१२५) पृथ्वी हाच ग्रहमालेचा केंद्र होय असेंच गृहीत धरलें होतें. एक वर्ष ३६५ दिवस ५ तास ४९ मिनिटांचें असतें. (यांत फक्त १२ सेकंदांची चूक आहे.) संपातबिंदूचें चलन यानें सिद्ध केलें. चंद्राचें पृथ्वीपासून अंतर तिच्या त्रिज्येच्या ५९ पटीइतकें आहे, असें यानें काढलें (तें वास्तविक ६०·२७ पट आहे) यानें खगोलाच्या नकाशांत भर घातली.

४ रोमन ज्योतिष (इ. पू. २०० ते इ. स. २००).–

(१) टॉलेमी.—यानें पृथ्वी हाच ग्रहमालेचा केंद्र होय, असेंच गृहीत धरलें होतें. पृथ्वी गोलाकार आहे, असें सिद्ध केलें. अपचक्रविषयक (एपिसायकल्स) हिप्पार्कसचा सिद्धांत मान्य केला. भूगोल व खगोल यांचे अनेक नकाशे तयार केले. यानें ग्रहप्रदक्षिणाकाल दिले आहेत ते स्थूलमानानें येणें प्रमाणें.—बुध = ८७ दिवस २३ तास, शुक्र = २२४ दिवस १७ तास, मंगळ = ६८७ दिवस, गुरु = ४३३२ दिवस १८ तास व शनि १०७५८ दिवस १८ तास हे आधुनिक काळाशीं बरेच जमतात. केवळ तासापुरतीच चूक पाहिली तर आधुनिक यूरोपियन मानांत गुरूचा प्रदक्षिणा काल ४ तासांनीं कमी व शनीचा ११ तासांनीं जास्त इतकाच कायतो फरक पडतो.

भारतीय ज्योतिष	पाश्चात्य ज्योतिष

४ वराहमिहिर ते गणेश दैवज्ञ (इ. स. ५०० तें १५००)

(१) वराहमिहिर (इ. स. ४९०–)–यानें पंचसिद्धांतिका ग्रंथ लिहिला. बीजकरणग्रंथ तयार केल्यावर तो फलज्योतिषाकडे वळला.

(२) पहिला आर्यभट (इ. स. ४७६):–याचा सिद्धान्त पृथ्वी प्रत्यहीं स्वतःभोंवतीं फिरते. यानें ग्रहस्पष्टी करणांत सुधारणा केली. गणितांत चापांच्या ऐवजीं ज्यांचा उपयोग सुरू केला.

(३) ब्रह्मगुप्त (इ. स. ५९८).–सायन मेषसंक्रमण निश्चित करण्याचा प्रयत्न केला. संपातबिंदू चल आहेत अशी ब्रह्मगुप्तास शंका आलेली दिसते. यास मंदोच्चांच्या गतीचें ज्ञान होतें.

(४) मुंजाल.—अयनगतीचा शोध लावून वर्षास एक कला धरण्याचा क्रम प्रथम यानें सुरू केला.

(५) शतानंद.-याच्या भा-

५ स्तिमितयुगांतील व मध्ययुगांतील ज्योतिर्ज्ञानः (इ.स. ५००–१४५०) या काळांत नवे शोध मुळींच न होतां धर्मोपदेशक अरिस्टाटल व टॉलेमी यांचे ग्रंथ कायते पठण करीत असत.

६ अरबी ज्योतिर्ज्ञान-(इ. स. ८००–१३००)

(१) महमद बिन जाबीर आल्बाटेनिअस (इ. स. ८५०–९२९) यानें चापांच्या ऐवजीं ज्यांचा प्रथम उपयोग केला असें म्हणतात. पण त्यांचा उपयोग प्रथम आर्यभटांनें यापूर्वीच केलेला आहे.

सूर्यमंदोच्च गतिमान् आहे हें याच्या प्रथम ध्यानांत आलें असें ग्रांट म्हणतो.

(२) महमद अबूलवेफलबौज्जानी. (इ. स. ९५५ सुमारास).–यानें चंद्राची गति सप्तमी अष्टमीच्या सुमारास अत्यंत मंद व आमावास्या पौर्णिमेच्या सुमारास अत्यंत

स्वतीकरण नामक ग्रंथांत रविचंद्राची गतिस्थिति नक्षत्रात्मक व भौमादि ग्रहांची राश्यात्मक दिली असून हाच या ग्रंथांतील विशेष आहे.

(६) भास्कराचार्य.-(इ. स. १११४) उदयांतर हा त्याचा नवा शोध होय.

(७) गणेश दैवज्ञ (१४७८).-यानें पुष्कळ ज्योतिषग्रंथ लिहीले असून त्यांपैकीं ग्रहलाघव हा ग्रंथ अद्यापहि बराच प्रचारांत आहे. परंतु याचा नवीन शोध एकहि नाहीं.

५ टीकोपटीकांचा काल (इ. स. १५००–१७००).-या काळांत करणग्रंथ, टीका व उपटीका शेंकडों झाल्या, पण नवीन शोध किंवा सुधारणा या बाबतींत तिळभरहि पाऊल पुढें पडलें नाहीं.

शीघ्र असतें असें सिद्ध केलें.

(३) अल्हाझेन.-यानें वातावरणाची उंची २० ते ३० मैल असल्याचें ठरविलें (हल्लीं सुमारें ५० मैल असल्याचें ठरलें आहे).

७ अर्वाचीन पाश्चात्त्य ज्योतिष (इ. स. १५०० –१७००)

(१) कोपर्निकस (इ. स. १४७३–१५४३).-यानें केंद्रसिद्धांत प्रस्थापित केला. ग्रहमालेचा अनुक्रम व प्रदक्षिणाकाल शनी ३० वर्षें, गुरु १२ वर्षें, मंगल २ वर्षें, पृथ्वीसह चंद्र १ वर्ष, शुक्र ९ महिने व बुध ८० दिवस असें ठरविलें.

(२) केप्लर (इ. स. १५७१-१६२९).-(१) ग्रहांच्या कक्षा वर्तुलाकार नसून दीर्घवर्तुलाकार आहेत.

२ ग्रहांच्या गतीचा वेग कक्षांच्या निरनिराळ्या भागांत निरनिराळा असतो.

३ सूर्यापासून निरनिराळ्या ग्रहांच्या अंतराचा वर्ग त्या त्या ग्रहास सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास लागणाऱ्या वेळाच्या घनावरोबर असतो. हे याचे सिद्धान्त.

(३) गॅलिलियो (इ. सं. १५६४–१६४२).–दुर्बीण तयार करून तिच्या साह्यानें चंद्र शुक्रादि ग्रहांवर पर्वत आहेत; आकाशगंगा म्हणजे तारकासमूह आहे; सूर्यावर डाग असून तो स्वतः भोंवतीं फिरतो इत्यादि शोध लावले.

(४) न्यूटन (इ. स. १६४२–).–गुरुत्वाकर्षणाचा नियम ठरविला.

अलीकडील विकास.—या कालानंतर तुलनात्मक इतिहास शक्य नाहीं. एकीकडे खुंटलेलें शास्त्र आणि दुसरीकडे वाढतें शास्त्र अशी थोडक्यांत तुलना देतां येईल.

स्थूल अवलोकनाखेरीज जें ज्योतिषशास्त्र अलीकडे वाढलें म्हणून उल्लेखिलें, त्याचें थोडक्यांत प्रथम स्वरूप असें सांगतां येईल कीं गॅलिलियोन्यूटनादि शास्त्रज्ञांनंतर यांत्रिक साधनें व रसायनशास्त्र यांची प्रगति होऊन त्यांच्या साह्यानें १८ व्या शतकापासून अलीकडे पाश्चात्त्य ज्योतिषशास्त्रज्ञांनीं जे शोध लाविले आहेत त्यांच्यांशीं तुलना करण्यासारखें भारतीय ज्योतिःशास्त्रांत कांहींच नाहीं. टेलेस्कोप, मायक्रास्कोप, रिफ्रॅक्टिंग टेलेस्कोप, हेलिओमीटर, स्पेक्ट्रॉस्कोप वगैरे यंत्रांनीं अंतरिक्षांतील शोधांत अपूर्व मदत झालेली आहे. तसेंच रसायन शास्त्रांतील ऑक्सिजन, हैड्रोजन इत्यादि मूलद्रव्यांची माहिती उपलब्ध झाल्यामुळें आकाशांतील ग्रह तारे कोणत्या द्रव्यांचे बनलेले आहेत तेंहि अलीकडे निश्चित झालेलें असून त्याबद्दल यत्किंचितहि कल्पना भारतीय ज्योतिषशास्त्रज्ञांस नव्हती. व याबद्दल आश्चर्य किंवा खेद मानण्याचें कारण नाहीं. कारण ही माहिती कोणत्याहि प्राचीन राष्ट्रांतील लोकांस नसून रसायन पदार्थविज्ञानादि आधुनिक शास्त्रांच्या प्रगतीमुळेंच ती मिळविणें आधुनिक ज्योतिषशास्त्रज्ञांस शक्य झालेलें आहे. आपल्या देशांत वेधशाळा व वेधयंत्रें पूर्वीं होतीं, त्यांची माहिती सविस्तर पुढें एका प्रकरणांत यावयाची आहे. जवळ जवळ गणेशदैवज्ञापासून आजपर्यंत आमच्या ज्योतिष्यांनीं आकाशाकडे पाठ फिरवून गतानुगतिकपणानें पंचांगें तयार करण्याचें काम एकनिष्ठपणें चालू ठेविलें होतें असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. आपल्या पंचांगाप्रमाणें आकाशांत ग्रह दिसत नाहींत हें आतां कोठें कळूं लागून केरोपंत, टिळकादि कांहीं ज्योतिष्यांनीं पंचांग सुधारण्यासाठीं हातपाय हलविण्यास सुरुवात केली. याचा अर्थ आतां आम्ही दुर्बीणरूपी सूक्ष्म चष्मा लावून आकाशाकडे डोळे वळविले आहेत असा नसून नॉटिकल अल्मनॅकरूपी पाश्चात्त्य आरशांत पडणारें आकाशस्थितीचें प्रतिबिंब पाहूनच आमची परप्रत्ययावर सुधारणा चालली आहे. तिचें स्वरूप जाणण्यासाठीं भारतीय ज्योतिषशास्त्राच्या इतिहासाचें स्थूल अवलोकन प्रथम केलें पाहिजे.

भारतीय ज्योतिष.

वैदिककालांतील ज्योतिःशास्त्राचें ज्ञान.–आपल्या प्राचीन पूर्वजांस सृष्टीचें, त्यांतहि आकाशांतील चमत्कारांचें अवलोकन करण्याचा मोठा नाद होता. आपल्या भरतखंडांतील प्राचीनतम वाङ्मय जे वेद, त्यांपैकीं कोणत्याहि एका वेदांतील वाटेल तो प्रपाठक घेतला तरी त्यांत आकाश, चंद्र आणि सूर्य, उषा आणि सूर्यरश्मि, नक्षत्रें आणि तारा, ऋतु आणि मास, दिवस आणि रात्र, वायु आणि मेघ यांविषयीं कांहींना कांहीं तरी वर्णन सांपडणार नाहीं असें व्हावयाचेंच नाहीं. परंतु वेद हे केवळ ज्योतिःशास्त्रविषयक नसल्यामुळें

त्यांचें वेदकालीन ज्योतिःशास्त्रविषयक ज्ञान, कारणवशात् इतर विचारांमध्यें ज्योतिःशास्त्रांतील ज्या कांहीं गोष्टी साहजिक आल्या असतील त्या पाहून त्यांवरुनच सामान्यतः कांहीं अनुमानें निघत असतील तर तीं काढून मिळविलें पाहिजे. जेथें तशीं अनुमानें काढण्यास पाहिजे तितकीं उपकरणें संगतवार नसतील तेथें मात्र अशा स्थळीं ज्या ज्या गोष्टी आढळतील त्या विशेष अनुमानमालिकेशिवाय सांगणें भाग आहे. सर्व वेदांच्या संहिता, ब्राह्मणें आणि उपनिषदें हीं एककालीं रचिलेलीं नाहींत. वैदिककालाच्या ज्योतिषज्ञानासंबंधीं जीं कांहीं अनुमानें निघूं शकतात तीं कोणत्या वेदवाक्यांच्या आधारें निघूं शकतात त्यांचा उल्लेख करून वैदिक कालांतील एकंदर ज्योतिर्ज्ञान म्हणून पुढें मांडण्याशिवाय गत्यंतर नाहीं.

वेदकालीन विश्वसंस्था.—जगाची उत्पत्ति व सृष्टीची रचना यांविषयीं वेदांमध्यें निरनिराळ्या कल्पना आढळून येतात. ऋ. सं. १०.७२ मध्यें प्रथम एक अस्तित्व उत्पन्न झालें, पुढें दिशा झाल्या व नंतर पृथ्वी झाली अशा प्रकारची कल्पना आहे. ऋ. सं. १०.१९० मध्यें अस्तित्वोत्पत्तीनंतर रात्रि, त्यानंतर समुद्र व त्यानंतर संवत्सर, अहोरात्र, सूर्यचंद्र, द्यु, पृथ्वी, अंतरिक्ष वगैरे, असा उत्पत्त्युनुक्रम दिला आहे. इतर वेदांतहि हे मंत्र आले आहेत. तैत्तिरीय ब्राह्मण १.१,३ मध्यें प्रथम उदक होतें, त्यावर पृथ्वी उत्पन्न झाली इत्यादि वर्णन आहे. तैत्तिरीय संहितेंत ७.१,५ मध्यें उदकानंतर वायु आणि नंतर पृथ्वी असा क्रम सांगितला आहे. पुढील उपनिषद्भागांत विशेष पद्धतशीर उत्पत्ति दिसून येते. तैत्तिरीयोपनिषद् २.१ (ब्रह्मवल्ली प्रथमखंड) मध्यें " त्यापासून मग आकाश झालें; आकाशापासून वायु, वायूपासून अग्नि, अग्नीपासून पाणी, पाण्यापासून पृथ्वी, पृथ्वीपासून औषधी व औषधीपासून पुरुष" असें वर्णन आलें आहे. इतर पुष्कळ स्थळींहि सृष्ट्युत्पत्तीचें वर्णन आहे. तैत्तिरीय ब्राह्मणांत एके ठिकाणीं (२.८,९) 'सृष्ट्युत्पत्ति, तिचा क्रम, इत्यादि वेदांत सांगितलीं आहेत, तरी सृष्ट्युत्पत्तीचें वास्तविक कारण सांगणें अशक्य आहे, तें कोणीहि जाणत नाहीं ' अशा प्रकारचें वर्णन आहे.ऋ. सं. १.३५,६मध्येंहि असेंच सांगण्याचा ऋषीचा हेतु आहे.

द्यु आणि अंतरिक्ष.—असें जरी आहे तरी जगत्संस्थानाचें निदान पृथ्वीसंस्थितीचें तरी ज्ञान वेदकालींहि चांगलें होतें असें दिसून येतें. सर्व जगाविषयीं कांहीं सांगावयाचें असतां रोदसी, द्यावापृथिवी, द्यु किंवा द्यु अर्थाच्या दुसऱ्या शब्दांनीं आकाश आणि पृथ्वी यांच्या समुच्चयास अनुलक्षून सांगितलेलें पुष्कळ ठिकाणीं आढळतें. म्हणजे जगाचे द्यौ आणि पृथ्वी असे दोन भाग मानले आहेत असें दिसून येतें. कोठें कोठें द्युलोक तीन आहेत असें वर्णन आहे. ऋक्संहितेंत तीन द्युलोकांचा निर्देश पुष्कळ ठिकाणीं आहे. कोठें द्यूचा पृष्ठभाग स्वर्ग, किंवा द्यूचा अत्युच्च भाग स्वर्ग असें वर्णन आहे. परंतु पुष्कळ ठिकाणीं द्यु, अंतरिक्ष आणि पृथ्वी असे जगताचे तीन भाग मानलेले आहेत (ऋ. सं. १०.९०, १४; २.१२,२ व अथ. सं. २०. ३४,२); त्यांत अंतरिक्ष हें द्यौ आणि पृथ्वी यांच्यामध्यें असून (ऐ. ब्रा. ११.६) तें वायु (ऋ. सं. १.१९, ३), मेघ (ऋ. सं. १.३४,६), विद्युत् यांचें स्थान होय. पक्षी त्यांतूनच फिरतात (ऋ. सं. १.२५,७). उपर्युल्लिखित विधानांवरून आणि पुरुषसूक्तांतील ऋचेवरूनहि (ऋ. सं. १०.९०,१४) पृथ्वीवर अंतरिक्ष व अंतरिक्षावर द्यौ अशी पृथ्वी, अंतरिक्ष व द्यौ ह्या तीन लोकांची ऊर्ध्वाधः स्थिति स्पष्ट होते. सूर्य द्युलोकाच्या अत्युच्च प्रदेशांतून संचार करतो असें पुष्कळ ठिकाणीं आहे (उ. ऋ. सं. १.५०, ११).

पृथ्वीपासून सूर्यचंद्रांचें अंतर.—तै. सं. ७.५,२३ मध्यें वायु अंतरिक्षाचा आश्रय करून असतो, सूर्य द्युलोकीं आक्रमण करतो आणि चंद्रमा नक्षत्रमंडलांत संचार करतो असा अभिप्राय दिसून येतो. सूर्याहून चंद्र उंच अशी यांत समजूत दिसते. तै. ब्रा. ३. ११, १ मध्येंहि पृथ्वीच्यावर अंतरिक्ष, त्यावर द्यौ, ही पूर्वी सांगितलेली परंपरा व सूर्य द्युलोकाचा आश्रय करून आहे ही कल्पना आली आहे.

चंद्र ह्या सूर्याच्या वर आहे अशी जी समजूत उपरिनिर्दिष्ट वचनांत दिसून येते ती वास्तविक स्थितीशीं व वेदोत्तरकालीन ज्योतिःसिद्धांताशीं विरुद्ध आहे. नक्षत्रें सूर्याच्या वर आहेत अशी जी वास्तविक स्थिति ती यांत आहेच. चंद्र ह्या सूर्याच्यावर आहे अशी कल्पना होण्याचें कारण पुढें दिल्याप्रमाणें असूं शकेल. चंद्राची गति जलद असल्यामुळें व त्याच्या जवळचीं नक्षत्रें दिसतात यामुळें तो नक्षत्रांतून चालतो हें सहज दिसण्यांत येतें. या कारणानें तो नक्षत्रांच्या प्रदेशांत अर्थात् त्यांच्या इतका उंच आहे असें वाटणें आणि नक्षत्रें तर सूर्याच्या वर आहेत, तेव्हां चंद्रहि सूर्यावर आहे अशी समजूत होणें साहजिक आहे. तथापि सूर्याच्या खालीं आपल्या जवळ चंद्र आहे ही वास्तविक स्थितीहि वेदांत आहे असें म्हणण्यास ऋ. सं. १.१०५,११ चा आधार आहे. ह्या ऋचेवरील सायणाचार्यांचें भाष्य पाहिलें असतां यास्कमतें व तदनुसार सायणाचार्यमतें चंद्र ह्या अंतरिक्षांत म्हणजे अर्थात् सूर्याच्या खालीं आहे असा आशय सदरहू ऋचेंत आहे असें म्हणावें लागतें. ह्याच सूक्ताच्या पहिल्या ऋचेंत चंद्रास पक्षी अर्थात् अंतरिक्षांत संचार करणारा म्हटलें आहे. त्यावरूनंहि यास बळकटीच येते.

विश्वांत पृथ्वीचें लानत्व.—पृथ्वीची एकंदर विश्वाशीं तुलना केली असतां ती फार लहान आहे, विश्व फार मोठें आहे ही कल्पना ऋ. सं. १. ५२, ११ ह्या ऋचेंत आली असून तैत्तिरीय ब्राह्मण ३. ११, १ मध्यें व इतरत्रहि ती आढळते.

सूर्याचा पृथ्वीशीं संबंध.—सूर्याच्या आधारावर सर्व भुवनें राहिलीं आहेत (ऋ. सं.१.१६४,२ व १४; अथ. सं. ९. ९, २; १३. ३, १८.) मित्र (सूर्य) जनांस प्रेरणा

करतो, मित्र द्युलोक आणि पृथ्वी यांचें धारण करतो (तै. सं. ३. ४,११); सूर्य ऋतूंचें नियमन करतो (उ० ऋ. सं. १.९५,३); व वायु वाहण्यास कारण सूर्यच आहे, ह्या सर्व कल्पना वैदिक वाङ्मयांत दृष्टोत्पत्तीस येतात. अर्थात् यावरून पृथ्वी व दुसरे ग्रह सूर्याच्या आकर्षणानें त्यावर अवलंबून आहेत, ते त्याजभोंवती फिरतात हें वेदांत आहे असें सिद्ध होत नाहीं. परंतु प्रकाश, उष्णता, पर्जन्य इत्यादिकांच्या बाबतींत सकल भुवनें सूर्याच्या आधारावर आहेत, ऋतूंची उत्पत्तीहि त्याजपासूनच आहे व अतएव तो विश्वाला आधारभूत आहे, ही कल्पना वेदांत आहे याविषयीं कांहीं संशय नाहीं. सूर्याच्या रथाला सात घोडे आहेत, सूर्य दोन, बारा, किंवा अनेक आहेत अशीं जीं वर्णनें वेदांत आढळतात तीं सर्व अलंकारिक आहेत असें खुद्द ऋग्वेदांतलिच इतर ठिकाणच्या कांहीं उल्लेखांवरून दिसून येतें (१.१५२,५ व ८. ५८, २ पहा).

पृथ्वीचा गोलाकार व तिची आधारहीनता.— पृथ्वी गोलाकार आहे, ती आकाशापासून अलग आहे, आणि आकाशांत निराधार राहिलेली आहे या गोष्टीचें ज्ञान ऐ. ब्रा. १४.६ मध्यें स्पष्ट आहे. त्यांत म्हटलें आहे कीं, "तो ह्या [सूर्य] कधींच अस्त पावत नाहीं. अस्त पावतो असें जें मानतात तें (वस्तुतः काय आहे म्हणाल तर) दिवसाच्या अंतास जाऊन स्वतःस उलट फिरवितो (सायंकाल पर्यंत सरळ जाऊन अस्तानंतर खालीं उलट वळतो). अलीकडे रात्र करतो आणि पलीकडे दिवस [करतो], तसेंच ह्या प्रातःकालीं उगवतो असें जें मानतात तें [वस्तुतः असें आहे कीं तो] रात्रीचा अंत करून स्वतःस उलट फिरवितो. अलीकडे दिवस करतो, पलीकडे रात्र [करतो], [वस्तुतः] ह्या [सूर्य] कधींच अस्त पावत नाहीं." पृथ्वीचा आकार गोल आहे आणि ती निराधार आहे ही गोष्ट ऋग्वेदसंहिताकालींहि माहीत होती हें ऋ. सं. १.३३,८ मधील 'ते दूत पृथ्वीच्या परिघासभोंवतीं घिरट्या घालीत असतां आणि आवेशानें धांवत असतांहि इंद्राला जिंकावयास समर्थ झाले नाहींत' या वचनावरून स्पष्ट होतें. ऋ. सं. ४.५३,३ मध्यें सूर्य 'निजवीत निजवीत आणि जागें करीत करीत उगवतो' असें जें वर्णन आलें आहे त्यावरून तर निदान सदरहू ऋचाकाराच्या कालीं तरी पृथ्वी गोल आहे अशी समजूत होती याविषयीं संशयच रहात नाहीं.

वैदिक कालमान दिवस, मास, वर्ष, अधिकमास.— दिवस म्हणजे दोन सूर्योदयामधील काल हें जसें कालमापनाचें अत्यंत नैसर्गिक असें लहानांत लहान परिमाण आहे, तसें चंद्र दोन वेळां पूर्ण होण्याचा मधला काल हें दिवसाहून मोठा कालविभाग पाडण्याचें स्वाभाविक साधन आहे. अर्थात् सृष्ट्युत्पत्तीनंतर आरंभीं सर्व लोकांचे महिने चांद्रच असले पाहिजेत व त्याप्रमाणें वैदिक कालांतहि महिने चांद्रच होते. महिन्याचा वाचक मास हा शब्द मास् म्हणजे चंद्र या शब्दापासूनच बनला आहे. वैदिक कालीं महिने चांद्र होते तरी वर्ष मात्र सौरमानाचें होतें.

ऋग्यजुःसंहिता आणि ऐतरेय, तैत्तिरीय, तांड्य व गोपथ ब्राह्मण यांत वर्ष हा शब्द हल्लीं प्रमाणें कोठें कालविभाग वाचक म्हणून योजिलेला आढळत नाहीं. शतपथ ब्राह्मणांत (२. २, ३) मात्र तो आला आहे. वर्ष ह्या अर्थी ऋग्वेदांत शरद इत्यादि ऋतुवाचक शब्द अनेक स्थळीं आले आहेत. यजुर्वेदांत वर्ष ह्या अर्थी संवत्सर शब्द अधिक वेळां आलेला आहे. याशिवाय परिवत्सर, समा व हायन हे शब्दहि वर्षाबद्दल कांहीं ठिकाणीं वापरलेले सांपडतात. वैदिक कालीं संवत्सर बारा महिन्यांचें (ऋ. सं. १. २५,८;१६४,११;४८, तै. सं. ५.६,७; अ. सं ९.९,१३) व ३६० दिवसांचें (ऋ. सं. १.१६४,११;४८; तै. सं. ७. ५, १; अ. सं.९.९, १३; ऐ. ब्रा. ७.१७.) होतें असें दर्शविणारे उल्लेख अनेक ठिकाणीं आले आहेत. यावरून वेदकालीन महिना ३० दिवसांचा होता हें उघड होतें. तथापि चांद्रमास तीस सायन दिवसांहून कांहीं कमी आहे ही गोष्ट वेदसंहिताकालीं माहीत झाली होती यांत संशय नाहीं. कारण तै. सं. ५.६,७ मध्यें ३० दिवस आणि मास यांत भेद केलेला असून-उत्सर्गिण मयन सत्रासंबंधीं तैत्तिरीय संहितेंत जो ७.५,६ अनुवाक् आहे, त्यांत दिवस सोडण्याचा विचार करण्याचें कारणहि चांद्रमास २९॥ दिवसांचा असल्यामुळें पळहास आरंभ चांद्रमासारंभीं केला म्हणजे यज्ञसंबंधीं दोन मास समाप्त होण्याच्या अगोदरच एक दिवस चांद्रमास संपतो हेंच असलें पाहिजे. महिन्यास मधु, माधव इत्यादि ऋतूंचीं नांवेंच (तै. सं. १. ४, १४; वा. सं. ७.३०; २२. ३१) असून, दोन दोन महिन्यांचा एक एक ऋतु (तै. सं. ४.४,११; वा. सं. १३.२५; १४.६;१५;१६;२७; १५.५७) अशा सहा ऋतूंचें संवत्सर (तै. स. ५.६,७) असे. ३६० दिवसांचें वर्ष मानल्यानें ऋतू व महिने यांचा जो विसंवाद होऊं लागतो तो टाळण्याकरितां वेदसंहितांइतक्या प्राचीन कालींहि आपल्या देशांत अधिकमास घालण्याचीहि व्यवस्था केलेली होती हें ऋ. सं. १.२५,८; तै. सं-१.४,१४ व वा. सं. २२.३०;३१ वरून स्पष्ट दिसून येतें. उपरिनिर्दिष्ट वचनांत अधिकमासासाठीं संसर्प, अंहस्पति व मलिम्लुच हीं नांवें आलेलीं आहेत पृथ्वीवर एके कालीं फार प्रबल असलेलें जें प्राचीन रोमराष्ट्र त्यांत पुष्कळ काळपर्यंत १० महिन्यांचें वर्ष होतें हें ध्यानांत आणलें असतां वेदकालीं अधिकमास घालूं लागले होते या गोष्टीचें काय महत्त्व आहे तें लक्षांत येईल. अधिकमासामुळें कधीं कधीं तेरा महिन्यांचें संवत्सर होत असे (तै. सं. ५.६,७; तै. ब्रा. ३.८,३) असें दिसतें परंतु अधिकमास घालण्यासंबंधीं वेदकालीं काय नियम होते हें समजण्यास मार्ग नाहीं. अधिकमासास निंद्यत्व प्राचीन कालींच आलें होतें असें ऐ. ब्रा. ३.१ वरून दिसून येतें. तै. सं. १.४,१४ वरील भाष्यांत माधव हा अंहस्पति म्हणजे क्षयमास असें म्हणतो. तें खरें असल्यास वैदिककालीं अधिकमास घालण्याबद्दल हल्लींप्रमाणेंच कांहीं तरी नियम असला पाहिजे.

अयनें.—तै. सं. ६. ५, ३ मध्यें सूर्य सहा महिने दक्षिणेस जातो, सहा महिने उत्तरेस, असें मोघम म्हटलें आहे. वेदकालीं आरंभीं विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सूर्य जेव्हां असतो तेव्हां उदगयन आणि विषुवाच्या दक्षिणेस असतो तेव्हां दक्षिणायन असा अर्थ प्रचारांत होता असें दिसतें. शत. ब्रा. २. १, ३ यांत उदगयन, दक्षिणायन हे शब्द प्रत्यक्ष नाहींत. तरी सूर्य जेथें उत्तरेस आवर्ततो (वळतो किंवा असतो) तेथें देवांत असतो असें म्हटलें आहे. आणि वसंत, ग्रीष्म आणि वर्षा हे देवांचे ऋतू म्हटले आहेत. त्या-वरून त्या काळचीं अयनें हल्लींहून भिन्न होतीं हें उघड होतें. ज्योतिषसंहिता ग्रंथांतहि अयनांचा हाच अर्थ आहे. कारण, उदगयन हा देवांचा दिवस असें त्यांत म्हटलें आहे. आणि मेरूवर असणाऱ्या देवांस विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सूर्य असतो तेव्हां सहा महिने तो दिसत असतो. अर्थात् विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सूर्य असतो तेव्हां उदगयन असा अर्थ झाला.

ऋतु.—ऋग्वेद संहितेंत शरद्, हेमंत इत्यादि ऋतूंचीं नांवें पुष्कळ आलीं आहेत. तथापि एकंदरींत पाहतां नुसता ऋतु शब्द यजुर्वेदांत व बह्वृच ब्राह्मणांत जसा फार वेळ आला आहे तसा ऋक्संहितेंत आला नाहीं. ऋक्संहिते-खेरीज इतर वेदग्रंथांत ऋतू ६ असा निर्देश पुष्कळ स्थळीं आहे; व त्या सर्वांचीं नांवेंहि एकलगत बऱ्याच ठिकाणीं आलीं आहेत (तै. सं. ४.३,२, ५.६,२३ इत्यादि). तथापि बऱ्याच स्थळीं पांच ऋतू असेंहि विधान आढळतें (तै. ब्रा. २.७,१०). पांच ऋतू मानीत, तेव्हां हेमंत आणि शिशिर या दोहों मिळून एक ऋतु मानीत असें दिसतें (ऐ. ब्रा. १.१). क्वचित् ऋतू तीन असेंहि आढळतें (शत. ब्रा. ३.४,४,१७).

पहिला ऋतु—वेदांत सहाहि ऋतूंचा निर्देश जेथें जेथें एकत्र आला आहे तेथें तेथें वसंतापासून आरंभ आहे. याशिवाय ऋतूंत वसंत मुख्य अशीं स्वतंत्र विधानेंहि आहेत (तै. ब्रा. १.१,२,६; ७; ३.१०,४,१). तै. सं. ६.५,३ मध्यें कोण-त्याहि एका विवक्षित ऋतूचा आरंभ केव्हां होतो हें समजत नाहीं अशा अर्थाचा उद्गार आहेसा दिसतो. हें ठीकच आहे. कारण ऋत्वारंभ एका तिथीच्या संबंधीं अनियमितच होय. इतकेंच नाहीं तर मासासंबंधींहि तो थोडाबहुत अनि-यमित असतो.

मास.—हल्लीं प्रचलित असलेल्या चैत्रादि माससंज्ञा संहिताब्राह्मणकालीं नव्हत्या. त्या ऐवजीं मधु, माधव, शुक्र, शुचि, नभस, नभस्य इष, ऊर्ज, सहस्, सहस्य तपस् आणि तपस्य हीं बारा मासांचीं नांवें आढळतात (तै. सं. १.४, १४). यांखेरीज आणखी अरुणादि नांवें तैत्तिरीय ब्राह्मणांत (३. १०, १) दिलीं आहेत या वैदिक माससंज्ञांचा संबंध नक्षत्रांशीं नसून ऋतूंशीं आहे. फाल्गुनी, चित्रा, पौषी वगैरे संज्ञा तितक्या प्राचीन कालीं प्रचारांत होत्या, तरी फाल्गुन, चैत्र हीं नांवें मासांनां लावण्यास पुढें बराच काल लोटला असला पाहिजे.

वेदांत सावन आणि चांद्र मास आहेत, पण सौरमास स्पष्ट-पणें कोठें आढळत नाहींत. चांद्रमास पूर्णिमान्त व अमान्त असे दोन्ही प्रकारचे होते; तथापि पूर्णिमान्त मासाची अधिक प्रवृत्ति दिसून येते. पूर्णिमान्त व अमान्त असे दोन्ही मास वेदांत आढळत असल्यामुळें पूर्वापर संज्ञा कोणत्या पक्षांस होत्या अशी शंका साहजिकच उत्पन्न होणार. पण पूर्वपक्ष हा शब्द शुक्लपक्षास आणि अपरपक्ष हा शब्द कृष्णपक्षास अनुलक्षून योजलेला पुष्कळ ठिकाणीं आढळतो (तै. ब्रा २. २, ३, १; ३. १०, ४, १; निरुक्त ११. ६).

दिवस.—सावन, सौर व चांद्र दिवस किंवा तिथि यां-पैकीं वेदांत सौर दिवस नाहीं. सावन दिवस व्यवहारास सोईचा असल्यामुळें यज्ञ वगैरे विधि त्या दिवसांवर चालत. शुक्लपक्ष आणि कृष्णपक्ष यांतील दिवसरात्रींचीं वेगवेगळालीं नांवें तैत्तिरीय ब्राह्मणांत आलीं आहेत (३. १०, १, १-३) यांतील दिवसांचीं नांवें नपुंसकलिंगी व रात्रींचीं स्त्रीलिंगी आहेत.

ज्योतिष ग्रंथांतल्या अर्थीं तिथि शब्द आणि प्रतिपदादि तिथी वेदांत नाहींत. तैत्तिरीयसंहिताब्राह्मणांत अमावास्या, पौर्णमासी हीं नांवें पुष्कळ वेळां आलीं असलीं तरी तीं तिथिवाचक असतीलसें वाटत नाहीं. तैत्तिरीयब्राह्मणांत (१. ५, १०) पूर्णिमा आणि अमावास्या यांस पंचदशी ही संज्ञा वापरली आहे; सामविधानब्राह्मणांत कृष्णचतुर्दशी, कृष्णपंचमी, शुक्लचतुर्दशी हे शब्द आलेले आहेत (२. ६; २. ८; ३. ३). तेव्हां प्रतिपदा, द्वितीया, या संज्ञा प्रथम रात्रिवाचक असून पुढें तिथिवाचक झाल्या असा अजमास वाटतो.

अमावास्या आणि पूर्णिमा यांखेरीज दिवसवाचक असा अष्टका शब्द वेदांत सांपडतो. एका संवत्सरांत १२ अष्टका असल्याचें सांगितलें आहे (तै. ब्रा. १. ५, १२; श. ब्रा. ६. ४, २, १०). यावरून फक्त एकाच पक्षांतील आठव्या रात्रीला हें नांव असलें पाहिजे हें उघड दिसतें. कृष्ण पक्षां-तील आठवी रात्र ती अष्टका असें आश्वलायनादि सूत्रांवरून व तैत्तिरीय आणि तांड्य ब्राह्मणांवरून कळतें.

चंद्राविषयीं प्राचीन कल्पना.—चंद्राच्या कला वृद्धि-क्षय पावतात याचें कारण देव त्यांचें प्राशन करतात हें होय असा ऋग्वेदांत एके ठिकाणीं उल्लेख आहे (ऋ० सं० १०. ८५,५). चंद्रास सूर्यापासून प्रकाश मिळतो (सूर्यरश्मिश्चंद्रमा तै० सं० ३.४,७,१);अमावास्येस सूर्यचंद्र एके ठिकाणीं अस-तात (ऐ. ब्रा. ४०. ५); अमावास्येस रात्रीं चंद्र पृथ्वीवर उतरून प्राणी आणि ओषधिवनस्पती यांत प्रवेश करतो (श. ब्रा. १. ६, ४, ५) ; अशा आणखी कांहीं कल्पना वैदिक ग्रंथांत आढळून येतात.

वार व विषुव.—सध्यांचीं वारांचीं सात नांवें वेदांत कोठें नाहींत. वासर हा शब्द ऋक्संहितेंत (ऋ. सं. ८. ६, ३०; ४८,७)आलेला आहे. पण तो दिवस या अर्थी अस-

लेला दिसत नाहीं. विषुव दिवसांविषयीं पुष्कळ उल्लेख आहेत (तै. सं. ७. ४, ८; ऐ. ब्रा. १८. १८; २२ तै. ब्रा. १. २,३-४). त्यांत संवत्सराच्या मध्यभागीं विषुव असतें, पुरुषाप्रमाणें विषुवानाला दक्षिणार्ध व उत्तरार्ध अशीं समसमान दोन अंगें असतात, इत्यादि म्हटलें आहे. ज्या दिवशीं दिनरात्रिमान सारखें तो विषुवान असा स्पष्ट उल्लेख कोठेंच नाहीं.

दिवसाचे भाग.--दिवसाचे म्हणजे सूर्योदयापासून सूर्यास्तापर्यंतच्या कालाचे २, ३, ४, ५, १५ इतके निरनिराळे विभाग धर्मग्रंथांत पाडिले आहेत. पूर्वाण्ह आणि अपराण्ह दोन विभाग; व पूर्वाण्ह, मध्यान्ह आणि अपराण्ह हे तीन विभाग वेदकालीं होतेच. याच प्रमाणें चार व पांच विभागांचीं नांवेंहि आढळतात. पंचधा विभागाचीं प्रातः, संगम, मध्यान्ह, अपराण्ह आणि सायं हीं नांवें तै. ब्रा. १.५, ३ यांत दिसतात. त्याच प्रमाणें शुक्लकृष्णपक्षांतील १५ रात्रींच्या व १५ दिवसांच्या मुहूर्तांचीं निरनिराळीं नांवें सांपडतात (तै. ब्रा. ३.१०, ,१, १-३). हीं नांवें वेदोत्तर कालीं मुहूर्तांस लावीत नाहींत. पुन्हां एका मुहूर्ताचे १५ प्रतिमुहूर्त वेदकालीं कल्पिलेले दिसतात (तै. ब्रा. ३. १०, ९, ९; ३. १०, १, ४). कला व काष्ठा हीं कालमानें उपनिषदांत आढळतात. घटि आणि पळें मात्र कोठें आलीं नाहींत.

नक्षत्रें.—चंद्रमार्गांतील तारका व इतर तारका यांस एकच शब्द ऋक्संहितेंत लाविलेला आहे; परंतु तैत्तिरीय संहितेंत नक्षत्रें व तारका यांत भेद केलेला दिसतो (तै. सं. ७.५,२५). ऋक्संहितेंत २७ नक्षत्रांपैकीं कांहीं उदाहरणार्थ तिष्य (पुष्य) (५.५४,१३;१००.६४,८;)चित्रा (४.५१,२), रेवती (४.५१,४७), आलीं आहेत. तैत्तिरीयसंहितेंत यांविषयीं बरेंच वर्णन आहे. तैत्तिरीयसंहिताब्राह्मणांत सर्व नक्षत्रांचीं नांवें, त्यांच्या देवता व त्यांविषयीं मनोरंजक व गूढ माहिती सांपडते (तै. सं. ४.४,१०; तै. ब्रा. १.५,१; ३.१,४,६). अथर्ववेदांतहि नक्षत्रें आलीं आहेत (१९.७). या सर्व ग्रंथांतील नक्षत्रांचा अनुक्रम, संख्या, लिंगें, सारखींच असतात असें नाहीं.

संहिताब्राह्मणांतून नक्षत्रशब्दाची व निरनिराळ्या नक्षत्रांची व्युत्पत्ति दिली आहे; ती विशेष मनोरंजक आहे; बहुधा तैत्तिरीयब्राह्मणांतच सर्व नक्षत्रांच्या नांवांचा इतिहास आढळतो. कांहीं ठिकाणीं असें वाटतें कीं पुनर्वसू, मघा, चित्रा, यांसारखे शब्द अगोदर भाषेंत रूढ असून ते मागाहून नक्षत्रांनां त्यांच्या प्रत्यक्ष किंवा कल्पित दर्शनीयत्व इत्यादि गुणांवरून लाविले असावेत. आकारांवरूनहि नक्षत्रांना नांवें पडून मग इतिहास तयार झाला असेल. श्रुति ग्रंथांत असलेलीं नक्षत्रांचीं वचनें त्या त्या नक्षत्रपुंजांतील तारकासंख्या समजण्यास उपयोगीं आहेत. सत्तावीस नक्षत्रांखेरीज सप्तर्षींसारख्या दुसऱ्या कांहीं तारकांचा वेदांत उल्लेख सांपडतो.

ग्रहणें.—ग्रहणाचा निर्देश ऋक्संहितेंत (५. ४०) जो एका सूक्तांत आला आहे तो फार महत्त्वाचा आहे. यांत उल्लेखिलेलें ग्रहण खग्रास सूर्यग्रहण असून अत्रिकुलोत्पन्न पुरुषांस त्याविषयीं ज्ञान होतें, असें दिसतें. हें ग्रहणसूक्त ऐतिहासिक दृष्ट्याहि महत्त्वाचें म्हणतां येईल. तांड्य ब्राह्मण (४. ५, २; ४. ६, १३; ६. ६, ८; १४. ११, १४-१५; २३. १६, २), गोपथ ब्राह्मण (८. १९) आणि शतपथ ब्राह्मण (५. ३, २, २), यांतहि स्वर्भानूनें सूर्यास तमानें वेधिलें असें ग्रहणाचें वर्णन आलेलें आहे.

ग्रह.—नवग्रहांपैकीं रविचंद्राचा उल्लेख वेदांत अनेक ठिकाणीं आहे. राहुकेतू दृश्य ग्रह नसल्यानें त्यांचा विचार करण्याचें कारण नाहीं. बाकीच्या भौमादि पांच ग्रहांविषयीं स्पष्ट उल्लेख कोठें आढळत नसले, तरी अनुमानावरून या ग्रहांविषयीं प्राचीनांनां ज्ञान होतें हें काढतां येईल.

ऋग्वेदांत (१. १०५, १०; १०. ५५, ३) पंचदेव असें ज्यांनां म्हटलें आहे ते हे पंचग्रह असावेत. गुरुशुक्रांसारखे तेजस्वी ग्रह आकाशांत चमकत असतां सर्व सृष्टीचें बारकाईनें निरीक्षण करणाऱ्या प्राचीन आर्यांनां ते अवगत नव्हते असें म्हणणें धाष्टर्याचें होईल. अश्विनौ म्हणून जी वेदांत एक देवतांची जोडी आहे तिची कल्पना गुरुशुक्रांच्या सान्निध्यावरून सुचलेली दिसते. ऋ. सं. ५. ७३, ३ ही अश्वींनां उद्देशून म्हटलेली ऋचा गुरुशुक्रांनां बरोबर लागू पडते. गुरूच्या ग्रहत्वाविषयीं स्वतंत्र कल्पनाहि आढळते. (ऋ. स ४. ५०, ४; अथ. सं. २०. ८८, ४; तै. ब्रा. ३. १, १). अयं वेनश्चोदयत्पृश्निगर्भा ज्योतिर्जरायू रजसो विमाने। (ऋ. सं. १०-१२३) हें वेनसूक्त उघड उघड शुक्रासंबंधीं दिसतें. शुक्र म्हणजेच वेन. 'वीनस' आणि 'क्युप्रिड' या ग्रीक शब्दांशीं सदृश असे हे 'वेन' व 'शुक्र' शब्द होत. कांहीं आकाशस्थ पदार्थांस अथर्वसंहिताकालीं 'ग्रह' ही संज्ञा लावीत (अथ. सं. १९. ९). गुरुशुक्रांचें ज्ञान जर वेदकालीं आर्यांस होतें असें धरलें तर गुरुसमान तेजस्वी मंगळ, सूर्यसन्निध असणारा बुध, आणि मंदगामि शनि यांचें ज्ञान त्यांनां नव्हतें असें म्हणून चालणार नाहीं. तेव्हां वेदकालीन आर्यांस नवग्रहांचें ज्ञान होतें व त्यांनीं ग्रह स्वतंत्रपणें शोधून काढिले असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

उल्का व धूमकेतू यांचा निर्देश अथर्ववेदांत (१९.९) आहे व वराहमिहिरानें उल्केनें एखाद्या नक्षत्राचें ताडन केलें तर त्याचीं फलें काय हें सविस्तरपणें सांगितलें आहे.

शुभकाल.—एखादें कृत्य करण्यास चांगला मुहूर्त पाहण्याची हल्लींची समजूत वेदकालापासूनची आहे असें दिसतें. (ऋ. सं. ७.८८,४; तै. सं. ६.१,४,४; तै. ब्रा. १.१,२; १.५,२; १.८,४ इत्यादि). यां कामयेत दुहितरं प्रियास्या दिति ॥ तां निष्टयायां दद्यात् ॥ प्रियैव भवति ॥ तै. ब्रा. १.८,४ यावरून निष्ट्या (स्वाती) नक्षत्र लग्नमुहूर्तांस पसंत करीत हें उघड होतें. नक्षत्र दिवसांविषयीं वेदकालीं शुभा-

शुभत्वाची कल्पना होती. नक्षत्रांचा चांगलेवाईटपणा त्यांचें नांव, आकृति इत्यादीवरून मानीत.

वर्षारंभ.—ऋग्वेदसंहितेंत सर्व ऋतूंचीं नांवें एकदम कोठें आलीं नाहींत. शरद् व हेमंत हे शब्द संवत्सर या अर्थी पुष्कळ वेळां आले आहेत. यजुर्वेद व त्या पुढील कालीं वर्षारंभ, वसंतारंभीं आणि मधुमासारंभीं होत हें निर्विवाद आहे. व्यवहारार्थ, क्वचित् प्रसंगीं वर्षारंभ इतर ऋतूंत मानीत असले तरी मुख्यतः वसंतावरोवर वर्षारंभ होत असे.

एकंदरींत वेदकालीं ज्योतिःशास्त्र हें एक स्वतंत्र शास्त्र बनलें होतें हें वरील विवेचनावरून समजून येणार आहे. ज्योतिषासंबंधीं रुर्व ज्ञान या कालीं एकदम झालें असेल असें नाहीं, तर तें कालक्रमानें हळू हळू वाढत जाऊन या दशेप्रत पोंचलें हें उघड आहे.

वेदांग ज्योतिष.—वेदांगकालीन अशीं तीन ज्योतिषें प्रसिद्ध आहेत. सांप्रत वैदिक ब्राह्मण जें ज्योतिष म्हणतात तें ऋग्वेदज्योतिष, ज्यावर सोमकाराची टीका आहे तें यजुर्वेदज्योतिष आणि तिसरें अथर्ववेदज्योतिष. पहिल्या दोहोंत पुष्कळ साम्य आहे. ऋग्ज्योतिषांतील ३६श्लोकांपैकीं ३० श्लोक यजुर्वेदज्योतिषांत आहेत. तेव्हां या दोन ज्योतिषांत मिळून ४९ श्लोक स्वतंत्र आहेत. या सर्व श्लोकांचा अर्थ अद्याप लागलेला नाहीं. कै. दीक्षित यांनां ४९ पैकीं ३६श्लोक लागले ते त्यांनीं भाषांतर विवरणासहित आपल्या ग्रंथांत दिले आहेत. दीक्षितापूर्वी प्रो. थीवो, कृष्णशास्त्री गोडवोले व रा. जनार्दन वाळाजी मोडक यांनीं यजुर्वेदज्योतिषाचें भाषांतर करण्याचे कांहीं प्रयत्न केले होते. १९१४ सालीं मंडालेच्या तुरुंगांत असतांना लो. टिळकांनीं वेदांग ज्योतिषावर एक टिपण लिहिलें तें लवकरच प्रसिद्ध होईल.

ऋग्वेदज्योतिष मात्र सांप्रत ब्राह्मण म्हणतात; यजुर्वेदज्योतिष कोठें ब्राह्मण म्हणत असल्याचें ऐकिवांत नाहीं. ऋग्वेदज्योतिषाचा आचार्य लगध हा होय. वेदांगज्योतिषाच्या कालाविषयीं एकवाक्यता नाहीं. ऋक्पाठाच्या ६ व्या श्लोकांत आश्लेषांच्या अर्धापासून सूर्याच्या दक्षिणायनाची प्रवृत्ति होते आणि श्रविष्ठांच्या आरंभापासून उदगयनारंभ होतो असें सांगितलें आहे; हें विधान कालनिर्णयार्थ उपयोगी आहे. गणितावरून वेदांग ज्योतिषाचा काल खि. पू. १४०० इतका येतो असें दीक्षितांचें म्हणणें पडतें, मॅक्समुल्लर व वेबर हे अनुक्रमें खि. पू. तिसरें शतक व खिस्तोत्तर पांचवें शतक असा वेदांगज्योतिषाचा काल समजतात. वेदांगज्योतिषांत दिनमान दिलें आहे त्यावरून तें होण्याचें स्थल अक्षांश ३४।४६ किंवा ३४।५५ वर असावें. याकालीं अयनचलन माहीत नसावेंसें दिसतें.

वेदांगज्योतिषांतील वर्षादिमानें चुकीचीं असल्यानें ही पद्धति फार काळ सर्वत्र प्रजारांत नसावी; देशांतील कांहीं भागांत मात्र कांहीं वर्षें प्रचारांत असेल; कदाचित् मूलरूपांत नाहीं तरी भिन्नरूपांत पुष्कळ काल चालली असावी असें गर्गादिकांच्या लेखांतील उल्लेखांवरून दिसतें. या पद्धतीला ज्या अर्थी वेदांगत्व प्राप्त झालें आहे त्या अर्थी तिचें महत्त्व प्राचीन कालीं वरेंच असावें. उत्पन्न झाल्यानंतर २०० वर्षांच्या आंतच तिचें मूलरूप निरुपयोगी ठरण्यापूर्वीच तिला हें महत्त्व मिळालें. वेदांत ज्योतिषांत अपपाठ बरेच दिसतात; ते कधीं शिरले तें सांगतां येत नाहीं. यजुःपाठ ऋक्पाठाइतकेच प्राचीन असून ते कदाचित लगधाचे असावेत. या ज्योतिषांत चंद्रसूर्यांच्या मात्र गती आहेत; ग्रहांविषयीं कांहीं माहिती नाहीं. वर्ष या अर्थी संवत्सर, वर्ष आणि अब्द असे तीन शब्द आले आहेत. मास अमांत आहेत. धनिष्ठा हें आदिनक्षत्र आहे. या कालीं पूर्णांकपरिकर्मचतुष्टय (वेरीज, वजावाकी, गुणाकार, भागाकार) आणि त्रैराशिक यांची माहिती होती; इतकेंच नव्हे तर भिन्नपरिकर्मचतुष्टय (व्यवहारी अपूर्णांकांची वेरीज इत्यादि) यांचें चांगलें ज्ञान होतें असें ऋक्पाठ श्लोक ७, १७, २२ तसेंच १४, १६, १८ आणि यजुःपाठ श्लोक ३७ यांवरून दिसून येणार आहे. मेषादि राशी नाहींत, तरी सौरमास आहेत. सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे जे कालविभाग तेच क्षेत्रविभाग (वर्तुलाचे विभाग) या पद्धतीची स्थापना या कालीं झाली. कालमानावरून वर्तुलाचे राश्यंशादि विभाग ठरविण्याची कल्पना प्रथम आर्यांनींच काढिली असली पाहिजे असें अनुमान करण्यास हरकत नाहीं.

अथर्वज्योतिषांत १४ प्रकरणें व १६२ श्लोक आहेत. यांत कालमानें, मुहूर्त, करणें, शुभकाल, वार, ग्रह यासारखे विषय आहेत. ज्योतिषाच्या जातकशाखेचें यांत बीज असल्यानें त्याला फार महत्त्व आहे. ऋग्यजुर्वेदांगज्योतिषाइतकें हें ज्योतिष प्राचीन नाहीं. यांत मेषादि राशी नसून वारांचीं नांवें आहेत. तेव्हां मेषादिराशींच्या संबंधानें जी जातकपद्धति हिंदुस्थानांत सुरू झाली, व मेषादिराशी परकीय असल्याचा संशय येतो, त्यामुळें जी स्वतंत्र वाटत नाहीं, त्यासारखी ही दुसरी त्यापूर्वीची नक्षत्रासंबंधानें आर्यांत वेदांगकालीं प्रचलित असलेली जातकपद्धति स्वतंत्र भारतीयांची नाहीं असें कोण म्हणेल ?

कल्पसूत्रें.—आश्वलायनसूत्रांत नक्षत्रप्रयुक्तमाससंज्ञा आल्या आहेत. (गृह्यसूत्र २.१.२). मधुमाधव हीं मासनामें आहेत (श्रौत्रसूत्र ४. १२); वर्षारंभ वसंतापासून आहे. चतुर्दशी इत्यादि तिथिवाचक शब्द आढळतात (गृ. सू. २. ३, १; २. ४,१). अयन, विषुव यांचे उल्लेख बरेच आहेत. कल्याणकारक नक्षत्रें कोणतीं व त्यांचे पुंस्त्री भेद हीं दिलीं आहेत. पारस्करसूत्रांत वरील सर्व प्रकार आहेत. शिवाय मूळनक्षत्रजन्माचीं फलें, नक्षत्राचे मानलेले ४ अंश यांसारख्या गोष्टी आहेत. हिरण्यकेशी व आपस्तंब सूत्र यांतहि वरील सूत्रांत सांगितलेल्या बहुतेक ज्योतिषसंबंधीं गोष्टी आढळतात. या सर्व सूत्रांतून मेषादिसंज्ञा व वारांचीं नांवें नाहींत. बोधायन सूत्रांत मात्र मेषादिराशी सांपडतात.

निरुक्त.—अध्याय २ खंड २५ यांत मुहूर्त आणि क्षण हीं कालपरिमाणें आहेत. सप्तर्षींचा उल्लेख आहे (१०, २६). १४ व्या अध्यायांत दिवस, रात्रि, शुक्लकृष्णपक्ष, व उदग्दक्षिणायनें यांविषयींचे गूढ विचार आढळतात. यांत ब्रह्मदेवाची अहोरात्र सांगितली असून, युगपद्धतीचा प्राचीन उल्लेख सांपडतो. यांत युग अमुक एक वर्षांचें असें सांगितलें नाहीं.

पाणिनीय व्याकरण.—वर्ष (५. १, ८८; ७. ३, १६) आणि हायन (४. १, २७; ५. १, १३०) या संवत्सरार्थी संज्ञा आल्या आहेत. तसेंच चैत्रादि माससंज्ञा (४. २, २१) दिवसविभागांपैकीं मुहूर्त शब्द (३. ३, ९) व कालवाचक नाडी शब्द (५. ४, १५९) आढळतो. तिथि शब्द दिसत नाहीं. पण हा ग्रंथ ज्योतिष किंवा धर्मविषयक नसल्यानें सर्व ज्योतिषपारिभाषिक शब्द यांत येतील असें नाहीं. "पुष्य" (तिष्य) आणि "सिध्य" हे नक्षत्रवाचक शब्द आले आहेत (३. १, ११६). तारारूप ग्रहवाचक शब्द पाणिनीच्या वेळीं असावा असें वाटतें (४. २, २३; १. २, ६०–६२).

स्मृति.—मनुस्मृतीच्या पहिल्या अध्यायांतच युगपद्धति वर्णिली आहे; यांत कृतादि युगांचीं मानें सांगितलीं आहेत. कृतादि युगांचें, महायुगांचें सूर्यसिद्धांतादि ज्योतिषग्रंथांत असलेलें मान मनूच्या पूर्वींच नियमित झालें असलें पाहिजे. मनुस्मृतींत मन्वंतरप्रमाण सांगितलें आहे तें सूर्यसिद्धांतादिकांतल्या प्रमाणेंच आहे. यांत ग्रह आणि मेषादि राशी आढळत नाहींत. याज्ञवल्क्य स्मृतींत जो ग्रहयज्ञ आहे त्यांत ग्रहांचीं नांवें वारांच्या अनुक्रमानें आलीं आहेत; यावरून सात वार त्याकालीं प्रचारांत असावेसें दिसतें. श्राद्धकालाविषयींच्या श्लोकांत सूर्यसंक्रम असा एक शब्द आहे; यावरून त्यावेळीं क्रांतिवृत्ताचे बारा भाग होते असें सिद्ध होतें. याज्ञवल्क्य-स्मृति आणि अथर्वज्योतिष यांवरून सात वार व मेषादि संज्ञा एकाच वेळीं अस्तित्वांत आल्याचें दिसत नाहीं. मेषादि संज्ञांपूर्वींच सात वार प्रचारांत आले होते.

स्मृतिकालीं ग्रहांच्या युतींकडे व गतींकडे लोकांचें लक्ष असून त्यावरून शुभाशुभ पाहाण्याकडे त्यांचा कल होता हें उघड दिसून येतें. याज्ञवल्क्यांत सप्तर्षि आणि अगस्त्य या तारांचा उल्लेख आहे; अज आणि नाग या दोन नक्षत्रवीथि आढळतात; आकाशाच्या उत्तरगोलार्धांत देवलोक व दक्षिण गोलार्धांत पितृयाण आहे अशी त्या वेळीं ऋषींची समजूत असावी (प्रायश्चित्ताध्याय १८४, १८७).

महाभारत.—महाभारताचा काल पूर्णपणें निश्चित झाला नसला तरी तें पाणिनीच्या पूर्वींच्या आश्वलायन सूत्रांत उल्लेखिलें असल्यानें फार प्राचीन आहे यांत शंका नाहीं. पण त्यांतील पुष्कळसे भाग अर्वाचीन असण्याचा संभव आहे. ज्योतिषसंबंधीं जीं वाक्यें हल्लीं भारतांत आढळतात, तीं सर्व सांप्रतच्याच रूपांत पांडवांपासून असतील असें नाहीं. कांहीं थेट पांडवांपासूनचीं असतील, तर दुसरीं कांहीं मागाहून ग्रंथनिबद्ध केलीं गेलीं असतील. तथापि इ. स. पू. १५० या कालाहून अर्वाचीन तीं नाहींत हें निर्विवाद आहे.

भारतांत युगमानें मनुस्मृतींतल्याप्रमाणेंच आहेत (वन. प. अध्याय १४९, १८८; भगवद्गीता ८.१७; शांतिपर्व, अध्या. २३२–३३) कल्प हें कालमान पुष्कळ स्थळीं आढळतें (शांतिपर्व. अ. १८३, इ). पंचसंवत्सरात्मक युगपद्धतीचा उल्लेख कांहीं स्थळीं आला आहे. वेदांगज्योतिषपद्धति कांहीं ठिकाणीं अनुसरलेली दिसते. उदगयन श्रवणावर होत असल्याचा भारतांत दाखला सांपडतो. वेदांगज्योतिषांतलें धनिष्ठारंभींचें उदगयन इ. स. पू. १४०० च्या सुमारास होत होतें. तें इ. स. पू. ४५० च्या सुमारास श्रवणारंभीं होऊं लागलें.

ऋतु, अयनें, मध्वादिमास, तिथी यांचा भारतांत बरेच वेळां उल्लेख सांपडतो. "चैत्रवैशाख वसंतऋतु" हेंच कोष्टक त्या वेळीं चालत होतें. अनुशासनपर्व अध्याय १०६ व १०९ या ठिकाणीं सर्व मासांचीं नांवें आलीं आहेत; पण आरंभ मार्गशीर्षापासून धरला आहे. दिवसाच्या विभागांपैकीं काष्ठा, कला, मुहूर्त, लव, हीं मानें आढळतात. दिवसाचा आठवा मुहूर्त अभिजित आला आहे, (आदिपर्व, अ. १२३). सात वार कोठेंच नाहींत. पण 'वार' शब्द मात्र आढळतो (आदिपर्व १६०).

सत्तावीस नक्षत्रांचीं नांवें एकत्र अशीं दोन स्थळीं दिसतात (अनुशासनपर्व अध्याय–६४, ८९). त्यांत आरंभ कृत्तिकांपासून आहे. इतर तारांपैकीं व्याध, अरुंधतीसह सप्तर्षी, अगस्त्य यांचा निर्देश आहे.

योग आणि करणें कोठें आलीं नाहींत; त्याचप्रमाणें माससंज्ञा नाहींत; तसेंच क्रांतिवृत्ताचे १२ विभाग करून तदनुसार ग्रहांची स्थिति सांगण्याची पद्धत भारतांत नाहीं. वेदांगज्योतिषाप्रमाणें सौरमास त्या कालीं असावेत. चंद्रसूर्यग्रहणांचा उल्लेख पुष्कळ स्थळीं आला आहे. भारतीययुद्धापूर्वी कार्तिकी पौर्णिमेस चंद्रग्रहण पडलें होतें, आणि पुढील अमावास्येस सूर्यग्रहण पडलें होतें. त्याचप्रमाणें तेरा दिवसांचा पंधरवडा आला होता. हे योग उत्पातासारिखे मानितात. एका महिन्यांत दोन ग्रहणें येणें अतिशयोक्तीचें दिसतें. १३ दिवसांचा क्षयपक्ष त्या कालीं माहीत होता यावरून चंद्रसूर्यांच्या स्पष्ट गतिस्थितीचें भारतीयांस ज्ञान होतें हें सिद्ध झालें.

भारतांत सात ग्रह आले असून त्यांच्या वक्रगतीविषयींहि वर्णनें आढळतात; तसेंच ग्रहयुतींविषयीं पुष्कळ उल्लेख आहेत. भारतयुद्धकालीन ग्रहस्थिति उद्योगपर्व (अध्याय १४३) व भीष्मपर्व (अध्या. ३) यांत दिली आहे. त्यावरून पांडवांच्या कालीं ग्रहांचें चांगलें ज्ञान असून ग्रहस्थिति नक्षत्रास अनुसरून सांगत असत हें सिद्ध होतें. भारतांतल्या ग्रहस्थितीवरून पांडवांचा काल अद्याप

निश्चयात्मक निघाला नाहीं तरी ती ग्रहस्थिति खोटी असेल असें म्हणतां येत नाहीं. पांडवकालीं चैत्रादि संज्ञा प्रचारांत होत्या, आणि त्या संज्ञा इ. स. पूर्वी चार हजार वर्षांपूर्वीच्या असण्याचा संभव नाहीं; तेव्हां पांडवांचा काल शकापूर्वी ४००० वर्षांच्या पलीकडचा असूं शकणार नाहीं.

भारतांत धूमकेतु, उल्कापात यांचें अनेक ठिकाणीं वर्णन आढळतें.

वेदांग कालाच्याअंतीं भारतीयांचें ज्योतिर्ज्ञान.— वेदवेदांगकालचें ज्योतिःशास्त्राचें ज्ञान येथवर सांगितलें. ग्रीक ज्योतिषाचा आमच्या ज्योतिषाशीं संबंध असेल तर तो या कालानंतरचा आहे. यावरून या भागांत सांगितलेलें ज्ञान स्वतंत्रपणें आमच्या देशांतलें आहे.

शकापूर्वी ५ हजार वर्षांच्या पूर्वीच नक्षत्रज्ञान झालें. अधिकमास घालण्याची रीति त्याच सुमारास सुरू झाली असावी. मासगणना नेहमीं चांद्र होती. ग्रहांचें ज्ञान शकापूर्वी ५ हजार वर्षें झालें होतें म्हणजे त्यांची भविष्यकालची स्थिति वर्तवितां येत होती असें नाहीं; तर त्यांस गति आहे हें समजून येऊन नक्षत्रसंबंधीं त्यांची स्थिति पाहूं लागले होते. मध्वादि माससंज्ञा त्याच वेळीं सुरू झाल्या असाव्या. चैत्रादि संज्ञा शकापूर्वी २ हजार वर्षांच्या सुमारास पडल्या. तोंपर्यंत वर्ष सांपातिक (सायन) सौर होतें. पुढें मात्र चैत्रादि संज्ञांमुळें नाक्षत्र (निरयन) सौर झालें, तथापि हेतुतः सायनच होतें.

शतपथ ब्राह्मणांतील कृत्तिकास्थितीच्या वाक्यावरून त्या स्थितीचा काल शकापूर्वी ३००० वर्षे आहे; आणि वेदसंहिता याहून प्राचीन आहेत, याविषयीं शंका घेण्यास आतां जागा राहिलीच नाहीं.

वेदांगज्योतिषाचा काल शकापूर्वी सुमारें १५०० वर्षे हा होय. त्या वेळीं दिवसाच्या ६० घटिका हें मान प्रचारांत होतें. सूर्यचंद्रांच्या मध्यमगती बऱ्याच सूक्ष्म माहीत झाल्या होत्या. सौरवर्षाचें मान चुकीचें होतें, तरी तें सौरवर्ष प्रत्यक्ष प्रचारांत आलें होतें; म्हणजे केवळ अधिक मास घालून सौरचांद्रवर्षांचा मेळ ठेवावयाचा एवढीच स्थूल रीति होती असें नाहीं. वर्षाचे १२ सौरमासहि प्रत्यक्ष प्रचारांत होते. अर्थात् क्रांतिवृत्ताचे १२ विभाग, त्या प्रत्येकाचे ३० विभाग (अंश), त्यांतील प्रत्येकाचे ६० विभाग (कला), ह्या पद्धतीचें बीज उत्पन्न झालें होतें. आणि कलाविभाग तेच नक्षत्रविभाग ही महत्त्वाची गोष्ट प्रत्यक्ष प्रचारांत होती. यावरून वृत्ताचे राश्यंश, कला, विकला हे भाग हिंदूंनींच प्रथम कल्पिले असें मानण्यास जागा आहे. ग्रहांच्याहि मध्यमगतिस्थितीचें ज्ञान वेदांग कालाच्या अंतीं झालें होतें असें दिसतें.

दुसरी महत्त्वाची पायरी म्हणजे स्पष्टगतिस्थिति. सूर्यचंद्रांच्या स्पष्ट गतिस्थितीचें कांहींसें ज्ञान झालें होतें असें १३ दिवसांच्या पक्षाच्या विचारांत दाखविलें आहे. ग्रहांची स्पष्ट गतिस्थिति समजणें आणि ती काढतां येणें ही गोष्ट सूर्यचंद्रांच्या स्पष्ट गतिस्थितीपेक्षां जास्त कठिण आहे. ती माहीत झाली होती असें स्पष्ट प्रमाण सांपडत नाहीं. तथापि ग्रहांच्या वक्रमार्गित्वाचा विचार होत असे, यावरून ग्रहमध्यम गतीपेक्षां स्पष्टगति अनियमित आहे हें समजून आलें होतें; आणि यावरून ग्रहस्पष्टगतिविचारहि सुरू झाला असावा असें अनुमान होतें. वेदांगज्योतिषांत सौरमास आहेत. भारतांत संक्रांतीचीं अयन, विषुव, षडशीति हीं नांवें आहेत. यावरून वेदांगज्योतिषकालींच किंवा त्यानंतर लवकरच क्रान्तिवृत्ताचा द्वादशधाविभाग प्रचारांत आला होता. परंतु ग्रहस्थिति नक्षत्रांवर सांगितलेली आढळते. यावरून ग्रहस्थिति बारा राशींच्या संबंधीं सांगण्याची पद्धति सुरू झाली होती असें दिसत नाहीं.

मेषादि संज्ञा शकापूर्वी ५०० च्या सुमारास प्रचारांत आल्या. वार त्यापूर्वी आले. ते परदेशांतून आले.

४३२०००० वर्षांचें महायुग ही युगपद्धति यास्काच्या पूर्वीची असावी.

अथर्वज्योतिषावरून दिसतें कीं, स्वतंत्रपणें जातकपद्धति आमच्या देशांत उत्पन्न झाली होती.

सारांश ग्रहस्पष्टगतीचें गणित आणि जातक यांचें बीज वेदांगकालाच्या अंतीं उत्पन्न झालें होतें.

वेदांगज्योतिष काल व ज्योतिषसिद्धांतकाल यांच्या दरम्यानचे ग्रंथ.—वेदांग ज्योतिषांत रविचंद्राखेरीज ग्रहांचें गणित नाहीं. हें ज्ञान त्या कालाच्या मानानें पुष्कळ आहे. तरी ज्योतिःसिद्धांतकालांतील ग्रहांची स्पष्ट गतिस्थिति वर्तविणें ह्या स्थितीशीं ताडून पाहतां तें फार थोडें भासतें. ह्या दोहोंच्या मधल्या कालांतले कांहीं ग्रंथ असले पाहिजेत; परंतु ते सांप्रत उपलब्ध नाहींत. ज्योतिःसिद्धांत ग्रंथांत जे प्राचीन आहेत त्यांत स्पष्ट गतिस्थिति काढण्याचें ज्ञान एकदम बऱ्याच उच्च स्थितीला आलेलें दृष्टीस पडत असल्यामुळें, तें त्या स्थितीला ज्यांनीं आणलें ते पुरुष अलौकिक असले पाहिजेत अशी कल्पना होऊन ग्रहगणिताचे अगदीं प्राचीन ग्रंथ अपौरुष मानले जाऊं लागले.

प्राचीन सिद्धांतपंचक.—शालिवाहन शकाच्या पांचव्या शतकांत होऊन गेलेल्या वराहमिहिराच्या पंचसिद्धांतिकेंत पौलिश, रोमक, वासिष्ठ, सौर व पैतामह असे पांच सिद्धांत दिले आहेत. हे पांचहि सिद्धांत सांप्रतच्या सूर्यादि पांच सिद्धांतांहून भिन्न होते. ही गोष्ट डॉ० बुहलर यास काश्मिरांत मिळालेल्या पंचसिद्धांतिकेच्या दोन प्रतींवरून सिद्ध झाली आहे. या पुरातन सिद्धांतांपैकीं पितामहसिद्धांत व वसिष्ठसिद्धांत हे वराहमिहिराच्या कालींच (शके ४२७ त) फार दूर गेले होते; रोमक व पुलिशसिद्धांत हे बरेच स्पष्ट होते, व सूर्यसिद्धांत या दोहोंहूनहि अधिक स्पष्ट होता. डॉ. थीबोच्या मतें हे सर्व सिद्धांत इ. स. ४०० (शके ३२२) च्या सुमारास झाले असावे. परंतु कै. शं. बा.

दीक्षित यांनां ते शककालापूर्वींचे असले पाहिजेत असें निःसंशय वाटतें. पंचसिद्धांतिकोक्त हे पांचहि प्राचीन सिद्धांत सांप्रत उपलब्ध नाहींत.

पितामह सिद्धांत.—पितामहसिद्धांत कधींचा आहे हें ठरविण्यास साधन नाहीं. तथापि वेदांग ज्योतिषाशीं त्याचें जें साम्य दिसतें त्यावरून तो शककालारंभाहून पुष्कळ प्राचीन असला पाहिजे हें उघड आहे. पहिला आर्यभट (शके ४२१) व ब्रह्मगुप्त (शके ५५०) यांनीं त्याचा पुरातन सिद्धांत म्हणून गौरवपूर्वक उल्लेख केला आहे. या सिद्धांताचीं मूलतत्त्वें पंचसिद्धांतिकेच्या १२ व्या अध्यायांत दिलीं आहेत. त्यांत चंद्रसूर्यांचीं पांच वर्षें हें एक युग, तीस महिन्यांनीं अधिमास व ६३ दिवसांनीं क्षयदिवस सांगितला आहे. परंतु हीच आर्या भटोत्पलकृत बृहत्संहितार्टीकेंत व श्रीपतिकृत रत्नमालेवरील महादेवकृत टीकेंतहि असून तेथें ३२ मासांनीं अधिकमास असा पाठ आहे. कै. शं. बा. दीक्षित यांच्या मतें हाच पाठ मूळचा असावा. ३२ महिन्यांत एक अधिमास धरून आठ वर्षांत ९९ चांद्रमास झाले. त्यांच्या तिथी २९७० होतात, आणि ६३ तिथींत एक क्षय याप्रमाणें इतक्या तिथींत ४७·१४२...क्षयतिथी जाऊन आठ वर्षांचे २९२२·८५७...सावन दिवस, म्हणजे एका वर्षाचे ३६५ दिवस २१·४२८... घटिका झाल्या. वेदांग ज्योतिषांतील वर्षमानापेक्षां हें मान पुष्कळ शुद्ध आहे.

याशिवाय वराहमिहिरानें पितामहसिद्धांतानुसार अहर्गण, नक्षत्र व दिनमान काढण्याच्या रीतीहि सांगितल्या आहेत. पितामहसिद्धांतांतील ग्रहगणिताविषयीं त्यानें कांहींच सांगितलें नाहीं. तथापि ब्रह्मगुप्तानें आपल्या ग्रंथारंभीं म्हटल्या प्रमाणें त्यांत ग्रहगणित असावें; परंतु तें फार कालामुळें दृक्प्रत्ययास उपयोगीं नसल्यामुळें वराहमिहिरानें दिलें नसावें.

मूलवसिष्ठसिद्धांत.— वराहमिहिरानें उल्लेखिलेल्या ह्या वसिष्ठसिद्धांताचें सांप्रत उपलब्ध असलेल्या वसिष्ठसिद्धांताशीं साम्य नाहीं. सांप्रतचे वासिष्ठ व रोमक हे दोन्हीहि सिद्धांत वराहमिहिराच्या पंचसिद्धांतिकेनंतर रचले गेले. कां कीं, ब्रह्मगुप्त (शके ५५०)हा आपल्या ग्रंथाच्या प्रथमाध्यायांत, रोमकसिद्धांत युगें, मन्वंतरें व कल्प देत नाहीं म्हणून त्यास स्मृतिबाह्य ठरवितो. परंतु त्यानंतर ११ व्या अध्यायांत श्रीषेणानें आर्यभटियांतून मंदोच्चें व वसिष्ठसिद्धांतातून युगयातवर्षें व भगण घेऊन रोमकसिद्धांत केला व विष्णुचंद्रानें तींच मानें घेऊन वसिष्ठसिद्धांत केला असें म्हणतो. यावरून ब्रह्मगुप्ताच्या वेळीं म्हणजे शके ५५०त दोन रोमकसिद्धांत व दोन वसिष्ठसिद्धांत होते हें उघड आहे; व ज्या आर्यभटीय ग्रंथांतून श्रीषेणकृत रोमक व विष्णुचंद्रकृत वसिष्ठसिद्धांतांत युगें, मन्वंतरें व कल्प घेतले, तो शके ४२१त झाला असल्यामुळें हे दोन्हीहि सिद्धांत वराहमिहिरानें शके ४२७त ज्या रोमकवासिष्ठसिद्धांतांचा उल्लेख केला त्यांहून भिन्न होते असें ठरतें.

पंचसिद्धांतिकोक्त वसिष्ठसिद्धांतांत रविचंद्रांखेरीज दुसऱ्या ग्रहांविषयीं कांहीं सांगितलें नाहीं. तिथी आणि नक्षत्रें काढण्याची रीति सांगितली आहे ती सांप्रतच्या पद्धतीप्रमाणें नाहीं. राश्यंशकला हीं मानें त्यांत आहेत आणि छायेचा विचार बराच केला आहे. दिनमानाविषयींहि कांहीं सांगितलें आहे. आणि लग्न हा शब्द सांप्रतसारख्याच कांहीं अर्थी आला आहे.

मूलरोमकसिद्धांत.— हा सिद्धांत ख्रि॰ पू॰ १५०च्या सुमारास होऊन गेलेल्या हिप्पार्कस नामक ग्रीक ज्योतिष्याच्या ग्रंथास अनुसरून केलेला दिसतो; व तो त्या ज्योतिषानंतर ३०० वर्षांच्या आंतच रचिलेला असावा. रोमकसिद्धांताचें ३६५ दि. १४ घ. १८ प. हें वर्षमान हिप्पार्कसच्या वर्षमानाशीं जुळतें. हिप्पार्कसनें सूर्यचंद्राच्या स्थिती काढण्याचीं कोष्टकेंच फक्त रचलीं होतीं व रोमकसिद्धांतांतहि केवळ सूर्यचंद्रांचेंच गणित आहे. रोमकसिद्धांताचें वर्षमान आपल्या इतर कोणत्याहि सिद्धांतांत नाहीं, त्यांत सर्वमान्य 'युगपद्धति' [हाच विभाग पृष्ठ २९९ पहा]नाहीं व त्याचें नांवहि पाश्चात्यच दिसतें. या सर्व गोष्टींवरून त्याचीं मूलतत्त्वें हिंदुस्थानाबाहेरून आलीं हें स्पष्ट सिद्ध होतें. ब्रह्मगुप्तानंतर रोमकसिद्धांत मूलरूपानें म्हणा किंवा श्रीषेणकृतरूपानें म्हणा अगदींच गेला असें दिसतें. सांप्रत रोमकसिद्धांत म्हणून एक आहे; परंतु त्यांतील मानें हल्लींच्या सूर्यसिद्धांताहून निराळीं नाहींत. आणि तो तसा तरी रोमकसिद्धांत प्रस्तुत कोणास फारसा माहीत आहे असें नाहीं. यावरून कै. शं. बा. दीक्षित यांनीं सिद्धांतपंचकांपैकीं हा सिद्धांत सर्वांत अलीकडचा असावा असें अनुमान केलें आहे.

पंचसिद्धांतिकेचा बराच भाग रोमकसिद्धांताकडे लागला आहे. इतर सिद्धांतांप्रमाणें रोमकांत ४३,२०,००० वर्षांचें महायुग ही पद्धति नाहीं. इतर सिद्धांतांतल्याप्रमाणें कलियुगारंभीं किंवा महायुगारंभीं रोमकाचे सूर्यचंद्र एकत्र येणार नाहींत, किंवा चांद्रमासहि पूर्ण होणार नाहींत, हें खालीं दिलेल्या कोष्टकांत रोमकानुसार चंद्रादिकांचें महायुगांतील भगण, [भगण म्हणजे नक्षत्रमंडळांतून एक पूर्ण प्रदक्षिणा] पूर्ण नाहींत यावरून स्पष्ट दिसून येतें. रोमकयुग २८५० वर्षांचें आहे, परंतु इतर सिद्धांतांशीं तुलना करण्यास बरें पडावें म्हणून एका महायुगांतील, म्हणजे ४३,२०,००० वर्षांतील भगण इत्यादि मानें रोमकसिद्धांतानुसार काढून पुढें दिलीं आहेत.

	महायुगांत (४३,२०,००० वर्षांत)	२८५० वर्षांच्या युगांत.
नक्षत्रभ्रम	१,५८,२१,८५,६००	१०,४३,८०३
रविभगण	४३,२०,०००	२,८५०
सावन दिवस	१,५७,८८,६५,६००	१०,४०,९५३
चंद्रभगण	५,७७,५१,५७८·९४७...	३८,१००
चंद्रोच्चभगण	४,८८,२२८·२३८...	३२२·०७५
चंद्रपात (राहु) भगण	२,३२,१६५·६६७...	१५३·१६४

सौरमास	५,१८,४०,०००	३४२००
अधिमास	१५,९१,५७८·९४७...	१०५०
चांद्रमास	५,३४,३१,५७८.९४७...	३५,२५०
तिथी	१,६०,२९,४७,३६८.४२१...	१०,५७,५००
तिथिक्षय	२,५०,८१,७६८·४२१...	१६,५४७

निरनिराळे पुलिशसिद्धांत.– सांप्रत कोणत्याहि प्रकारचा पुलिशसिद्धांत उपलब्ध असलेला दिसत नाहीं. तथापि पंचसिद्धांतिकेचा पुष्कळ भाग पुलिशसिद्धांताकडे खर्च झाला आहे; व बृहत्संहिताटीकेंत उत्पलानें एकंदर सुमारें २५ आर्या पुलिशसिद्धांतांतील म्हणून कारणवशात् आधारास दिल्या आहेत. याशिवाय उत्पलानें मूलपुलिशसिद्धांतांतलें म्हणून एक वचन दिलें असून तें अनुष्टुभ् छंदांचें आहे. या वचनांत दिलेले महायुगांतील नक्षत्रभ्रम उत्पलोक्त दुसऱ्या पुलिशसिद्धांतांतल्या इतकेच आहेत, तरी यावरून उत्पलाच्या वेळीं (शके ८८८) पंचसिद्धांतोक्त पुलिशाहून निराळे असे दोन पुलिशसिद्धांत असावे असा संशय येतो. शाकल्योक्त ब्रह्मसिद्धांताच्या रचनाकालीं एक पुलिशसिद्धांत उपलब्ध होता व ब्रह्मसिद्धांतावरील पृथूदक टीकेच्या रचनाकालींहि (शके ९००) एक आर्याबद्ध पुलिशसिद्धांत उपलब्ध होता असें दिसतें.

पंचसिद्धांतिकोक्त पुलिशसिद्धांत.—पंचसिद्धांतिकोक्त पुलिशसिद्धांतांत भौमादि ग्रहांच्या गतिस्थिती मुळींच सांगितल्या नाहींत. परंतु शेवटीं सुमारें १६ आर्यांत ग्रहांच्या वक्रमार्गित्वोदयास्ताविषयीं पुलिशसिद्धांतावरून कांहीं सांगितलें आहे असें शेवटच्या आर्येंत 'पौलिशसिद्धांते ताराग्रहा एवं' असें म्हटलें आहे, त्यावरून दिसतें. ह्या पुलिशसिद्धांताचें वर्षमान ३६५ दि. १५ घ. ३० प. आहे. व त्याच्याप्रमाणें महायुगांतील सावन दिवस १,५७,७९,१६,००० असून राहुभगण २, ३२,२२८ हून किंचित् कमी होतात. याशिवाय पंचसिद्धांतिकेंत पुलिशसिद्धांतांतील रविचंद्रांचें स्पष्टीकरण आहे; पलभेवरून [दिवसरात्र समसमान होतात त्या दिवशीं सूर्य मध्यान्हीं आला असतां बारा अंगुलें लांबीच्या खुंटीची जी छाया पडते तिला पलभा म्हणतात.] चरखंडें आणि त्यांवरून दिनमान काढण्याचा प्रकार आहे. तिथिनक्षत्रें काढण्याची रीति सांप्रतच्या प्रमाणेंच आहे. करणें आहेत व रविचंद्रांचें क्रांतिसाम्य म्हणजे महापात यांचा विचार आहे. ग्रहणांचा विचार आहे आणि तो बहुतेक सांप्रतच्या इतर सिद्धांतांप्रमाणेंच आहे. ग्रहवक्रमार्गित्वाचा विचार आहे आणि तो ब्रह्मगुप्ताच्या खंडखाद्य ग्रंथांतल्या पद्धतीप्रमाणें आहे. अधिमास आणि तिथिक्षय ज्या आर्यांत सांगितले आहेत त्या आर्यांवरून पंचसिद्धांतिकेंतील पुलिशसिद्धांतांत युगपद्धति नसेल असें वाटत नाहीं. पौलिश सिद्धांतावर लाटदेवाची व्याख्या आहे असें पंचसिद्धांतिकेच्या तिसऱ्या आर्येंत सांगितलें आहे.

उत्पलोद्धृत पुलिशसिद्धांत.— उत्पलाच्या वेळचा आर्याबद्ध पुलिशसिद्धांत इतर सिद्धांतांप्रमाणेंच पूर्ण होता असें दिसतें. त्यांतील भगणादि मानें पंचसिद्धांतोक्त सूर्यसिद्धांतांतील मानें पुढें दिलीं आहेत त्यांशीं तंतोतंत मिळतात. नाहीं म्हणावयाला एक चंद्रोच्चभगण मात्र ह्या पुलिशसिद्धांतांत दिलेलें नाहीं. परंतु अलबेरुणीनें पुलिशसिद्धांतांतील म्हणून जीं मानें दिलीं आहेत तीं उत्पलोद्धृत पुलिशसिद्धांताशीं मिळत असून त्यांत चंद्रोच्च व राहु यांचे भगण अनुक्रमें ४, ८८, २१९ व २, ३२, २२६ दिले आहेत. व सूर्योच्चभोग ८० अंश सांगितला आहे. अलबेरुणीनें पुलिशांतील युगपद्धति दिली आहे ती स्मृत्युक्तच आहे. परंतु कल्पांत महायुगें १००८ आणि ७२ युगांचा एक एक असे १४ मनू (अर्थात् संधि आणि संध्यंश हे त्यांत नाहींत) व युगारंभ मध्यरात्रीस आहे असें अलबेरुणी म्हणतो. उत्पलोद्धृत पुलिश सिद्धांताचें वर्षमान पंचसिद्धांतिकोक्त पुलिशसिद्धांतल्याशीं मिळत नाहीं.

पुलिश सिद्धांताचा कर्ता.—गिजनीच्या महमुदावरोवर हिंदुस्थानांत आलेला अलबेरुणी नांवाचा प्रसिद्ध मुसुलमान प्रवासी लिहितो कीं (इंडिका, इंग्रजी भाषांतर, भाग १, पा. १५३) पुलिशसिद्धांत पौलस ग्रीक यानें केलें म्हणजे त्याच्या ग्रंथावरून हिंदूंनीं हा ग्रंथ रचला परंतु ग्रीक लोकांत युगपद्धति मुळींच नव्हती असेंहि तो म्हणतो (भा. १, पा. ३७४). पौलस अलेक्झांड्रिकसचा एक ज्योतिषफलग्रंथ उपलब्ध आहे; परंतु त्याचा गणितग्रंथ उपलब्ध नसल्यामुळें अलबेरुणीच्या म्हणण्याची सत्यासत्यता ठरवितां येत नाहीं. अलबेरुणीच्या वेळीं (इ. स.१०१७–३१) उत्पलोद्धृत पुलिशसिद्धांत पुष्कळच प्रचारांत होता.

मूल सूर्यसिद्धांत.—पंचसिद्धांतिकेंत रविचंद्रानयन पांचहि सिद्धांतांतलें निरनिराळें सांगितलें आहे. परंतु इतर ग्रह सूर्यसिद्धांतांतलें मात्र दिले आहेत. यावरून वराहमिहिरानें सूर्यसिद्धांतास सर्वांहून जास्त महत्व दिलें आहे असें दिसून येतें. मूल सूर्यसिद्धांतांत युगपद्धति असून त्यामध्यें कलियुगारंभ गुरुवारीं मध्यरात्रीं मानला आहे. म्हणजे त्यावेळीं रविचंद्रांचे भोग पूर्ण होते. आपल्या सर्वमान्य युगपद्धतीनुसार कलियुगाचें मान ४,३२,००० वर्षें समजतात. द्वापर, त्रेता व कृत हीं युगें ह्याच्या अनुक्रमें २,३ व ४ पट आहेत. ह्या चार युगांमिळून एक महायुग होतें व अशीं १००० महायुगें मिळून एक कल्प किंवा ब्रह्मदेवाचा दिवस होतो. कल्पांत १४ मनू होतात. कल्पारंभापासून वर्तमान महायुगारंभापर्यंत ६ मनू व २७ महायुगें गेलीं व २८ व्यांतलि कृत, त्रेता व द्वापार हीं तीन युगें जाऊन सांप्रत कलियुग चाललें आहे. प्रत्येक मनु ७१ महायुगांचा असतो व शिवाय प्रत्येक मनूच्या आरंभीं कृतयुगाएवढा मनुसंधि असतो. पंचसिद्धांतिकेवरून मूलसूर्यसिद्धांताची भगणादि मानें खालीं दिल्याप्रमाणें निघतातः

वर्षमान ३६५ दि. १५ घ. ३१ प. ३० विप.
महायुगांत (४३, २०, ००० वर्षांत)
नक्षत्रभ्रम १,५८,२२,३७,८००
रविभगण ४३,२०,०००
सावन दिवस १,५७,७९,१७,८००
चंद्रभगण ५,७७,५३,३३६
चंद्रोच्चभगण ४,८८,२१९
राहु ... ...
मंगळ २२, ९६, ८२४
बुध १, ७९, ३७, ०००
गुरु ३, ६४, २२०
शुक्र ७०, २२, ३८८
शनि १, ४६, ५६४
सौरमास ५, १८, ४०, ०००
अधिमास १५,९३, ३३६
चांद्रमास ५, ३४,३३, ३३६
तिथी १, ६०, ३०, ००, ०८०
क्षयाह २, ५०, ८२, २८०

वरील भगणादिकांच्या संख्या आणि वर्षमान सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतांतील भगणादि मानांशीं व वर्षमानाशीं मिळत नाहीं. परंतु ती उत्पलोद्धृत पुलिशमानांशीं मात्र सर्वांशीं मिळतात. सूर्यसिद्धांत लाटकृत असें अलबेरुणी म्हणतो. पण लाटकृत सूर्यसिद्धांत तो मूल सूर्यसिद्धांत नव्हे. सूर्यसिद्धांताचा टॉलेमीशीं संबंध असावा असें वेबरला वाटतें तें बरोबर नाहीं.

शके ४२० पूर्वींचे ज्योतिषग्रंथ व ग्रंथकार.— वराहमिहिराच्या पंचसिद्धांतिकेंत लाट, सिंह, प्रद्युम्न व विजयनंदी ह्या चार ज्योतिषग्रंथकारांचीं नांवें आलीं असून त्यांचा ब्रह्मगुप्तानेंहि उल्लेख केला आहे. त्यावरून हे सर्व ज्योतिषी स्थूलमानानें शके ४२० च्या पूर्वी होऊन गेले असावेत असें अनुमान निघतें. पंचसिद्धांतिकेंतील उल्लेखांशिवाय शके ४२० पूर्वींचे ज्योतिषग्रंथकार समजण्यास दुसरें साधन नाहीं. सूर्यसिद्धांत, सोमसिद्धांत, वसिष्ठसिद्धांत, रोमशसिद्धांत आणि शाकल्योक्त ब्रह्मसिद्धांत या वर्तमानकाळच्या पांच सिद्धांतांपैकीं सोमसिद्धांतखेरीज करून बाकी नांवांचे सिद्धांत पंचसिद्धांतिकेंत आले आहेत. हे पांचहि सिद्धांत शके ४२० च्या पूर्वींचे असतीलच असें नाहीं. तथापि या सर्वांचें साम्य आहे व ते अपौरुष मानले जातात म्हणून पंचसिद्धांतिकोक्त सिद्धांतांच्या विवेचनानंतर यांचें विवेचन केलें पाहिजे.

वर्तमान सूर्यादि पांच सिद्धांतांतील भगणादि मानें.—ह्या पांचहि सिद्धांतांचीं भगणादि मानें सारखींच आहेत. ह्या मानांची मूलसूर्यसिद्धांतांतील भगणादि मानांशीं तुलना करून पाहतां असें दिसतें कीं, वर्तमान सूर्यादि सिद्धांतांचे नक्षत्रभ्रम व सावन दिवस मूलसूर्यसिद्धांतातल्यापेक्षां प्रत्येकीं अठ्ठाविसानें, मंगळभगण आठानें, बुधभगण साठानें व शनिभगण चारानें जास्त असून, चंद्रोच्चभगण सोळानें, शुक्रभगण बारानें व क्षयाह अठ्ठाविसानें कमी आहेत. मूल सूर्यसिद्धांतांत चंद्रपाताचे म्हणजे राहूचे भगण दिलेले नाहींत; परंतु पंचसिद्धांतिकोक्त पुलिशसिद्धांतावरून राहुभगणाचा जो आंकडा निघतो त्याहून वर्तमान सूर्यादिसिद्धांतांतील आंकडा दहानें मोठा आहे. याशिवाय उपर्युक्त वर्तमान सिद्धांतांत चंद्रकेंद्राची भगणसंख्या ५,७२,६५,१३३ म्हणून दिलेली असून सृष्टि उत्पन्न करण्यास ब्रह्मदेवास दिव्य ४७, ४०० वर्षें लागलीं असें सांगितलें आहे. याचा अर्थ असा कीं, कल्पारंभापासून कलियुगाएवढ्या ३९॥ युगां-इतका काल गेला तेव्हां सर्व ग्रह, त्यांचीं उच्चें आणि पात हे सर्व एकत्र होते व नंतर ग्रहगति सुरु झाली. ब्रह्मदिनारंभापासून वर्तमान कलियुगारंभापर्यंत ६ मनू, २७ महायुगें व कृत, त्रेता व द्वापर हे तीन युगपाद म्हणजे ४५६७ कलिप्रमाणें वर्षें गेलीं आहेत. यांतून सृष्ट्युत्पत्तीचीं ३९॥ कलिप्रमाण वर्षें वजा केलीं तर एकूण ४५२७॥ कलिप्रमाण वर्षांपासून ग्रहगतिचक्र चालू आहे. महायुगांतील सर्व भगणसंख्या चारानें विभाज्य असल्यामुळें २॥ कलियुगांत पूर्ण भगण होतो. तेव्हां अर्थात् सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताप्रमाणें सृष्ट्यारंभीं सर्व ग्रह एकत्र होते असें मानून वर्तमान कलियुगारंभीं सर्व ग्रह मध्यम मानानें एकत्र येतात. तसेंच कृतयुगांतीं सूर्यसिद्धांत झाला तेव्हांहि सर्व ग्रह एकत्र होते. उच्चें आणि पात यांची भगणसंख्या कल्पांत पुढें दिल्याप्रमाणें मानल्या आहेतः—

ग्रहाचें नांव	उच्चभगण	पातभगण
रवि	३८७	...
मंगळ	२०४	२१४
बुध	३६८	४८८
गुरु	९००	१७४
शुक्र	५३५	९०३
शनि	३९	६०

या आंकड्यांवरून एक गोष्ट स्पष्ट होते ती ही कीं, ह्या सिद्धांतांचीं उच्चें आणि पात हीं सृष्ट्यारंभीं मात्र एकत्र होतीं; बाकी कोणत्याहि कालीं तीं सर्व एकत्र येत नाहींत.

ह्या पांच सिद्धांतांपैकीं सूर्यसिद्धांत फार प्रसिद्ध असून त्यावर निरनिराळ्या टीका झाल्या आहेत. बाकीचे चार सिद्धांत फारसे प्रसिद्ध नाहींत. त्यांपैकीं ४ अध्यायांचा ९४ श्लोकांचा एक वसिष्ठसिद्धांत काशी येथें विंध्येश्वरीप्रसादशर्मा यांनीं छापला आहे. या वसिष्ठसिद्धांताची एक लेखी प्रत डेक्कनकॉलेजसंग्रहांत आहे. तींत दिलेले नक्षत्रभ्रम इतर सिद्धांतांतल्या नक्षत्रभ्रमांहून ३१२ नें कमी आहेत. यावरून वर्षाचें मान ३६५दि.१५ घ. ३१ प. १५ विप. ४८प्रतिविपळें इतकें निघतें; परंतु ह्या आंकड्यास इतर प्रतींचा आधार नसल्यामुळें तो प्रक्षिप्त म्हणून टाकून दिला पाहिजे.

ग्रहांची स्पष्ट गतिस्थिति.—आतांपावेतों दिलेल्या भगणादि मानांसंबंधीं एक गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे. भगणांवरून आपणांस प्रत्येक ग्रहास भूमंडळांतून एक प्रदक्षिणा करण्यास किती काळ लागतो हें काढतां येतें. परंतु ग्रहास एक प्रदक्षिणा करण्यास जो काळ लागतो त्या मानानें त्याची जी एक दिवसाची मध्यम गति येते तितकीच प्रत्यहीं प्रत्यक्ष आकाशांत अनुभवास येत नाहीं. म्हणून गणितानें आलेली जी मध्यम गतिस्थिति तिजवरून ग्रहांची स्पष्ट गतिस्थिति काढण्याकरितां प्रत्येक ज्योतिषग्रंथांत स्पष्टाधिकार दिलेला असतो.

आधुनिक यूरोपीय शोधाप्रमाणें वरील प्रकाराचें एक मुख्य कारण हें आहे कीं, सूर्याभोंवती भ्रमण करण्याचे ग्रहांचे मार्ग वर्तुलाकार नसून दीर्घवर्तुलाकार आहेत. ह्या कारणाचें सम्यक् ज्ञान आपल्याकडील प्राचीन ज्योतिष्यांस जरी वास्तवस्वरूपानें झालें नाहीं, तरी ग्रहांची स्पष्ट स्थिति काढण्यास पर्यायानें त्यांनीं हींच कारणें मूलभूत धरिलीं आहेत; व आपल्या पद्धत्यनुरूप भारतीय ज्योतिष्यांनीं काढलेल्या स्पष्ट ग्रहगतिस्थिती सर्वांशीं नाहीं तरी बहुतांशीं आधुनिक सुधारलेल्या पाश्चात्य रीतींवरून काढलेल्या स्पष्ट ग्रहगतिस्थितींशीं जुळतात. जो थोडा फरक पडतो तो आपल्या गणिताच्या उपकरणांची स्थूलता, किंचित् दोष, व सांप्रत शोध लागलेल्या दुर्बिणीसारख्या उपकरणांचा त्या काळीं असलेला अभाव ह्यामुळें पडतो.

मध्यम व स्पष्ट ग्रह यांच्या अंतरास फलसंस्कार म्हणतात व त्या फलाचें जें अति मोठें मान अनुभवास येतें त्यास परम फल म्हणतात. फलसंस्कार काढण्याच्या विवक्षित रिती आकृतीसह स्पष्टाधिकारांत दिलेल्या असतात. ग्रह वक्री व मार्गी केव्हां होतात, उदयास्त केव्हां पावतात व दुसऱ्याहि कांहीं किरकोळ गोष्टी या अधिकारांत असतात.

सिध्दांतांचा काल काढण्याची बेंटलेची रीत व तींतील दोष.—बेंटले यानें 'ज्या सिद्धांताचा काल काढावयाचा त्यावरून निघणारी सूर्यासंबंधानें मध्यमग्रहस्थिति आणि आधुनिक यूरोपीय ग्रंथावरून निघणारी ग्रहस्थिति केव्हां शुद्ध येते हें प्रत्येक ग्रहाविषयीं पाहून त्याच्या सरासरीनें सिद्धांताचा काल ठरवावयाचा' या आपल्या रीतीचा उपयोग करून, सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताचा काल इ. स. १०९१ म्हणजे शक १०१३ हा ठरविला होता. परंतु कै. शं. बा. दीक्षित यांनीं वरील रीतींतील दोष दाखवून बेंटलेचा कालनिर्णय चुकीचा आहे असें सिद्ध करून दिलें आहे. बेंटलेच्या रीतींतील मुख्य दोष म्हटला म्हणजे आकाशांत मध्यमग्रह दिसत नसल्यामुळें ते स्पष्ट ग्रहास फलसंस्कार देऊन काढलेले असतात ही गोष्ट त्याच्या लक्षांत आली नव्हती. फलसंस्काराचें मान व तो देण्याची रीति ह्या दोन गोष्टी यूरोपीय ग्रंथ व भारतीय ग्रंथ यांच्यामध्यें एकच नसल्यामुळें बेंटलेच्या रीतीनें काढलेल्या काळांत व वास्तविक काळांत कित्येक शतकांचा फरक पडूं शकतो. प्रो. व्हिटने यानें बेंटलेच्या रीतींतील आणखीहि कांहीं दोष दाखविले आहेत. परंतु बेंटलेची रीति बरोबर आहे अशी जरी कल्पना केली, तरी तीवरून ज्या ग्रंथाचा काल काढावयाचा त्या ग्रंथकारानें स्वतः वेध न घेतां दुसऱ्याच्या ग्रंथांतले ग्रह जसेचे तसेच घेतले असले तर दोहोंचाहि काल एकच निघेल हें विसरतां कामा नये.

वर्तमान सूर्यादि पांच सिद्धांतांचा काल व त्यांचे कर्ते.— वरील विवेचनावरून ह्या पांच सिद्धांतांच्या कालाविषयीं निराळ्याच रीतीनें विचार केला पाहिजे हें स्पष्ट होतें. ब्रह्मगुप्तानें अध्याय २४ श्लोक ३ मध्यें इंदुसिद्धांताचा उल्लेख केला आहे. त्यावरून वर्तमान सोमसिद्धांत ब्रह्मगुप्ताच्या पूर्वी म्हणजे शके ५५० च्या अगोदर रचला गेला असावा असें अनुमान निघतें. ब्रह्मगुप्ताच्या वेळीं उपलब्ध असलेले श्रीषेणकृत रोमक व विष्णुचंद्रकृत वासिष्ठ हे सिद्धांत व सांप्रतचे रोमक आणि वासिष्ठ सिद्धांत हे एकच आहेत. कां कीं, एक तर पंचसिद्धांतिकोक्त रोमक आणि वासिष्ठ व श्रीषेणकृत रोमक आणि विष्णुचंद्रकृत वासिष्ठ यांखेरीज तिसऱ्या प्रकारचे रोमक आणि वासिष्ठ सिद्धांत असल्याविषयीं प्रमाण नाहीं. दुसरें, श्रीषेणकृत रोमक व विष्णुचंद्रकृत वासिष्ठ सिद्धांत यांतील भगणादि मानें एक आहेत असेंहि ब्रह्मगुप्त स्वतःच सांगतो. शिवाय, ब्रह्मगुप्त हा विष्णुचंद्रानें वासिष्ठ सिद्धांत केला असें म्हणतो, व सांप्रत, वसिष्ठसिद्धांताशीं विष्णुचंद्राचा संबंध असल्याविषयीं काशी येथें छापलेल्या वासिष्ठ सिद्धांताच्या प्रतींत उल्लेख आहे. त्याचप्रमाणें, वसिष्ठाच्या आधारें श्रीषेणानें रोमक सिद्धांत केला असें ब्रह्मगुप्ताचें वचन आहे, व सांप्रतच्या रोमक सिद्धांताशीं वसिष्ठाचा संबंध आहे असें त्या सिद्धांताच्या आरंभींच म्हटलें आहे. सारांश, सांप्रतचे सोम, रोमक व वासिष्ठ हे सिद्धांत ब्रह्मगुप्ताच्या पूर्वीचे आहेत. परंतु या तिहींहूनहि सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताचें जास्त पूज्यत्व आणि महत्त्व असल्यामुळें, तो या तिहींच्या पूर्वीचा असला पाहिजे. या ठिकाणीं अलबेरुणी सूर्यसिद्धांत लाटकृत आहे असें म्हणतो ही, व सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताशीं सदृश असलेल्या श्रीषेणाचा रोमक व विष्णुचंद्राचा वासिष्ठ या सिद्धांतांतलि सर्व मध्यम ग्रह लाटाच्या ग्रंथांतून घेतले आहेत असें ब्रह्मगुप्त म्हणतो ही, या दोन गोष्टी आणखी विचारांत घेतल्या तर सांप्रतचा सूर्यसिद्धांत पंचसिद्धांतिकेपूर्वी म्हणजे शके ४२७ च्या अगोदर होऊन गेलेल्या लाटानेंच केला असावा असें अनुमान काढणें प्राप्त होतें.

सांप्रतचा सूर्यसिद्धांत कृतयुगांतीं झाला असें त्यांत म्हटलें आहे, व आश्चर्य करण्याची गोष्ट ही कीं कृतयुगानंतर झालेले राम, नंद किंवा जिन यांचे वाचक संख्यादर्शक शब्द त्यांत कोठेंच आलेले नाहींत. शिवाय, ग्रहांचीं जीं नांवें यवनी भाषेंतील असें म्हणणें आहे त्यांतील एकहि नांव सूर्यसिद्धांतात नाहीं. तथापि लिप्ता, होरा व केंद्र या ग्रीक भाषेंतील म्हणून

समजल्या जाणाऱ्या शब्दांचा मात्र त्यांत उपयोग केलेला आढळतो. सोमसिद्धांताचा काल वर्तमान सूर्यसिद्धांताचाच किंवा त्याहून कांहीं अर्वाचीन असावा. या सिद्धान्तात एके स्थळीं नंद शब्द आला आहे. वासिष्ठ. सिद्धांतांत राम, नंद व सिद्ध हे शब्द आले आहेत. व रोमशसिद्धांतांत तर नंद व सिद्ध हे शब्द असून मंगळाबद्दल आर शब्द एकदां आला आहे. शाकल्योक्त ब्रह्मसिद्धांतांत कल्पाचें प्रथमवर्ष प्रमाथि सांगितलें आहे. शकांत १२ मिळवून संवत्सर काढण्याची ही रीति दक्षिणेंत शके ७४३ व ८२७ यांच्या दरम्यान प्रचलित झाली असल्यामुळें हा सिद्धान्त शके ७४३ नंतर केव्हां तरी झाला असला पाहिजे.

वर्तमान सूर्यसिद्धांत.—सांप्रतचा सूर्यसिद्धांत शके ४२७ च्या बराच पूर्वी रचला गेला असला तरी वराहमिहिराच्या वेळीं त्यास सूर्यसिद्धांत हें नांव मिळालें नसावें असें वाटतें. ब्रह्मगुप्ताच्या वेळींहि त्यास सूर्यसिद्धांत हें नांव प्राप्त झालें होतें असें निश्चयानें म्हणवत नाहीं; व जरी झालें असलें तरी त्यास प्राधान्य आलें नव्हतें हें ब्रह्मगुप्तानें आपलीं मानें पंचसिद्धांतिकोक्त सूर्यसिद्धांतावरून घेतलीं त्यावरून स्पष्ट दिसतें. लाटानें किंवा सूर्यसिद्धांताचा कर्ता जो कोणी असेल त्यानें भगणादि मानें मात्र निराळीं घेऊन बाकी गोष्टी मूलसूर्यसिद्धांतांतल्याच घेतल्या किंवा अक्षरशः मूलसूर्यसिद्धांतांतल्याच ठेवल्या असें दिसतें. सूर्यसिद्धांताच्या एका टीकाविरहित प्रतींत ' ब्रह्मशापामुळें मी म्लेच्छावतार घेऊन तुला ज्ञान देईन ' असें सूर्यानें मयास म्हटलें असल्याचा आरंभींच्या एका श्लोकांत उल्लेख आहे. पूर्वापरसंबंध पाहिला असतां हा श्लोक तेथें अगदींच विसंगत दिसतो, तरी त्यावरून सूर्यसिद्धांताचा यवनांशीं कांहीं तरी संबंध असावा किंबहुना यवनांपासून तें शास्त्र हिंदूंस प्राप्त झालें असावें असें व्हिटने यानें आपलें मत दिलें आहे. व वेबर यानें तर असा तर्क लढविला आहे कीं, उपर्युक्त श्लोकांतील मय हा दुसरा तिसरा कोणी नसून आलमाजेस्ट ग्रंथाचा कर्ता तालमयस उर्फ टॉलेमीच असला पाहिजे. परंतु सूर्यसिद्धांताच्या भगणादि मानांचें टॉलेमीच्या मानांशीं कांहीं साम्य नसल्यामुळें वरील मत चुकीचें असलें पाहिजे हें उघड आहे. वर्तमान सूर्यसिद्धांतास मान्यत्व व पूज्यत्व कोणत्या काळीं आलें हें समजण्यास सध्यां कांहीं प्रमाण उपलब्ध नाहीं, तथापि तें अल्बेरुणी, भास्वतीकार आणि भास्कराचार्य यांच्या पूर्वीच आलें होतें एवढें मात्र दाखवितां येण्यासारखें आहे.

वर्तमान सूर्यसिद्धांतानुसारी ग्रंथ.—तैलंगणांतील वाविलाल कोचनाचा शके १२२० चा करणग्रंथ सर्वांशीं सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतानुसार आहे. त्यानंतरच्या ग्रंथांत भटतुल्यकरणांतील अयनगति, मकरंद नामक पंचागसाधक ग्रंथांतील वर्षमान व ग्रहांचीं भगणादि मानें, ग्रहकौतुककरणांतील वर्षमानादिक, ग्रहलाघवांतील सूर्य व चंद्रोच, तिथिचिंतामणीच्या सारण्या, भास्वतीकरणाच्या माधवकृत टीकेंतील राहु खेरीज करून बाकीच्या ग्रहांचीं भगणादि मानें, सूर्यतुल्य नामक एका करणग्रंथांतील ग्रह, ज्योतिषदर्पण मुहूर्तग्रंथांतील अहर्गण व कल्पारंभींचा मध्यम ग्रह, रामविनोद नामक करणग्रंथांतील वर्षमान, आणि सिद्धांततत्वविवेक व वार्षिकतंत्र नामक ग्रंथ सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतानुसार आहेत. वरील ग्रंथांपैकीं सर्वांत अलीकडचा ग्रंथ शके १६३४ पूर्वी लिहिलेला आहे.

टीका.— वर्तमान सूर्यसिद्धांतावर रंगनाथकृत गूढार्थप्रकाशिका, नृसिंह दैवज्ञाचें सौरभाष्य, विश्वनाथदैवज्ञकृत गहनार्थ प्रकाशिका, दादाभाईचीं किरणावलि अशा अनेक टीका झाल्या असून, शिवाय भूधर याची टीका आहे असें कोलब्रूक म्हणतो; व मल्लिकार्जुन, येल्लया, आर्यभट, मम्मभट आणि तम्मया यांच्याहि टीका पूर्ण किंवा कांहीं भागावर असलेल्या मॅकेंझीसंग्रहांत होत्या असें विल्सनच्या कॅटलॉगच्या आधारें प्रो. व्हिटने यानें म्हटलें आहे. सूर्यसिद्धांताचीं बापूदेव शास्त्री व रेव्हरंड बर्जेस या दोन पंडितांनीं स्वतंत्रपणें इंग्रजींत भाषांतरें केलीं आहेत. त्यांपैकीं पहिलें बिब्लिओथिका इंडिकांत व दुसरें अमेरिकन ओरिएंटल सोसायटीच्या सहाव्या पुस्तकांत १८६० सालीं छापलें गेलें.

प्रक्षेप.—गूढार्थ प्रकाशिकाकार रंगनाथ यानें वर्तमान सूर्यसिद्धांतांतील ग्रहयुत्याधिकाराच्या २३ व्या श्लोकापुढें एक श्लोकार्ध व शृंगोन्नत्यधिकाराच्या पहिल्या दीड श्लोकापुढें दोन श्लोक प्रक्षिप्त म्हणून दिले असून, त्रिप्रश्नाधिकारांतील पांचव्या श्लोकापासून चार श्लोक प्रक्षिप्त आहेत असें समजणारीहि त्याच्या वेळीं कांहीं मंडळी असावी. शिवाय, ज्योतिषदर्पण मुहूर्त ग्रंथांत मध्यमाधिकारांतील आणि मानाध्यायांतील म्हणून दिलेले, परंतु वस्तुतः त्यांत नसलेले असे तीन श्लोक आहेत.

प्रसार.—वर ज्या वर्तमान सूर्यसिद्धांतावरील टीकाकारांचा किंवा त्यांच्या टीकाग्रंथांचा उल्लेख केला आहे ते हिंदुस्थानच्या कोंकण, कर्नाटक, तैलंगण, कनोज, काशी, दिल्ली इत्यादि निरनिराळ्या भागांत होऊन गेले असल्यामुळें, शालिवाहन शकाच्या १३ व्या शतकापासून १५ व्या शतकापर्यंत सूर्यसिद्धांत भरतखंडांत बहुधा सर्वत्र पसरला असावा असें दिसून येतें. हा काल फार प्राचीन नाहीं हें खरें. परंतु करणग्रंथ जसजसे नवीन होतात तसतसे जुने करणग्रंथ निरुपयोगी ठरून लोपले जात असल्यामुळें, शके १२२० च्या पूर्वींचे सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताच्या आधारें रचलेले करणग्रंथ आज उपलब्ध नसण्याचा संभव आहे हें विसरतां कामा नये.

बीज.—शके १४०० च्या सुमारास झालेल्या मकरंद ग्रंथांत सूर्यसिद्धांतोक्त ग्रहादिकांच्या भगणास महायुगांत चंद्रोच–४, चंद्रपात + ४, बुध –१६, गुरु –८ शुक्र –१२

व शनि +१२ भगण या प्रमाणें बीजसंस्कार सांगितला आहे. रंगनाथ आणि विश्वनाथ यांनीं टीकांत हा संस्कार सांगितला नाहीं; परंतु तो त्यांस माहीत असलाच पाहिजे.

पहिला आर्यभट, त्याच्या सिद्धांताचें स्वरूप.—उपलब्ध असलेल्या पौरुष ज्योतिषग्रंथांत पहिल्या आर्यभटाच्या आर्यभटीय उर्फ आर्यसिद्धांत नामक ग्रंथाहून प्राचीन दुसरा नाहीं. आर्यभटाचा जन्म शके ३९८ म्हणजे इ. स. ४७६–७७ मध्यें झाला असून कुसुमपूर (म्हणजे कांहींच्या मतें बंगालमधील पाटणा शहर) हें त्याचें वसतिस्थान होतें. त्याच्या सिद्धांताचे दशगीतिक व आर्याष्टशत असे दोन मुख्य भाग आहेत. हे दोन भाग निरनिराळे ग्रंथ आहेत असें कोणी म्हणतात; परंतु ते दोन्ही परस्परांवर अवलंबून असल्यामुळें दोन्ही मिळून एकच सिद्धांत मानावा हें युक्त होय. दशगीतिक पादामध्यें ग्रहभगणादि मानें आहेत. पुढें गणित, कालक्रिया, गोल असे तीन पाद आहेत. गणितपादांतील विषय म्हटले म्हणजे दशगुणोत्तर संख्यांच्या संज्ञा; वर्ग, घन, वर्गमूळ व घनमूळ; त्रिभुज, वृत्त आणि इतर क्षेत्रें यांचें क्षेत्रफळ; घन व गोल यांचें घनफळ, भुजज्यासाधन आणि त्याविषयीं कांहीं विचार; श्रेढी, त्रैराशिक, भिन्नकर्म (अपूर्णांक), त्रैराशिकानें किंवा बीजगणितानें होणाऱ्या एकदोन चमत्कारिक उदाहरणांचे प्रकार, आणि कुट्टक म्हणून गणिताचा प्रकार आहे तो; इतके विषय गणितपादांत आहेत. टॉलेमी आणि त्याच्या पूर्वीचे ग्रीक ज्योतिषी यांस भुजज्या (साइन्स) माहीत नव्हत्या. ते ज्यां(कॉर्ड्स)चा उपयोग करीत असत. आपल्या ज्योतिषाची माहिती यूरोपीयांस होण्यापूर्वी त्यांची अशी समजूत होती कीं, ज्या टाकून देऊन भुजज्या (ज्यार्धे) यांचा उपयोग प्रथम करणारा पंडित म्हणजे इ. स. च्या ९ व्या शतकाच्या उत्तरार्धांत झालेला अरब ज्योतिषी आलबाटेग्निअस हा होय. परंतु आर्यभटाच्या प्रस्तुत ग्रंथावरून असें दिसून येतें कीं, शके ४२१ मध्यें आपणां भारतीयांस अर्धज्या माहीत होत्या. सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतांतहि अर्धज्या आहेत. आणखी एक गोष्ट विशेषतः सांगण्यासारखी आहे कीं, वृत्ताचा व्यास आणि परिधि यांचें गुणोत्तर आर्यभटानें ३.१४१६ इतकें सूक्ष्म दिलेलें असून [गणितपाद १० मध्यें २०००० व्यासाच्या वर्तुळाचा परिधि ६२८३२ सांगितला आहे], तेंहि आसन्न म्हणजे जवळ जवळ असेंच म्हटलें आहे.

आर्यपक्ष व त्याचा प्रसार.—हिंदुस्थानांत ग्रहगणित ग्रंथांचे सौरपक्ष, आर्यपक्ष व ब्रह्मपक्ष असे मुख्य तीन पक्ष मानितात. प्रत्येक पक्षाचें वर्षाचें मान थोडेंथोडें भिन्न आहे व कल्पामध्यें किंवा महायुगामध्यें होणारी ग्रहादिकांची गतीहि भिन्न आहे. आर्यसिद्धांत, आर्यपक्ष हे शब्द आपल्या देशांत प्रसिद्ध आहेत. तामिळ व मल्याळी भाषा ज्या प्रांतांत चालते त्यांत चालणारें सौरमानाचें पंचांग आर्यपक्षाचें आहे–म्हणजे त्यांतील वर्ष आर्यसिद्धांताचें आहे. वैष्णव लोक आर्यपक्षाचे अभिमानी असून त्यांची विशेष वस्ती कर्नाटक, म्हैसूर या प्रांतीं आहे. सांप्रत आपल्या प्रांतांत आर्यसिद्धांत मूलरूपानें बहुधा प्रसिद्ध नाहीं. तथापि अगदीं दक्षिण हिंदुस्थानांत विशेषतः मलबार प्रांतांत आर्यसिद्धांत अद्याप प्रसिद्ध आहे.

अक्षरांकपरिभाषा.—आर्यसिद्धांत व तत्पूर्वीचे ज्योतिषग्रंथ यांच्यामधील प्रथमदर्शनींच ध्यानांत येणारा फरक म्हटला म्हणजे, आर्यभटानें आपल्या ग्रंथांत संख्या दाखविण्याकरितां पूर्वीप्रमाणें भू, राम अशा शब्दांच्या संज्ञा न योजितां अक्षरांच्या संज्ञांचा उपयोग केला आहे. थोडक्यांत संख्या दाखविण्याकरितां ही परिभाषा कितीहि उपयुक्त असली, तरी पुनरावृत्तींत तिच्यामुळें ग्रंथांत चुका होण्याचा इतका संभव असतो कीं, परंपरागत चालत आलेलें व्याख्यान, इतर ग्रंथांशीं मेळ इत्यादि साधनें नसतील तर ग्रंथ कालांतरानें अगदीं निरुपयोगी होईल.

भगणादि मानें.—आर्यभटीय ग्रंथाच्या दशगीतिक पादामध्यें ग्रहभगणादिमानें आहेत. यांतील ग्रहगतिभगणांची मूलसूर्यसिद्धांतांतील ग्रहगतिभगणांशीं तुलना करून पाहिली असतां आर्यभटानें गुरु आणि बुध खेरीज करून बाकीच्यांचे भगण मूलसूर्यसिद्धांतांतलेच [मागें पृ. ३०० पहा] घेतलेले दिसतात. बुधाची भगणसंख्या मूलसूर्यसिद्धांतांतल्यापेक्षां विसानें व गुरूची चारानें अधिक आहे. ह्या संख्या त्यानें स्वतःच्या अनुभवावरून दृक्प्रत्ययास मिळतील अशा घेतल्या असाव्या. शिवाय त्यानें चंद्रपातभगण २,३२,२२६ म्हणून दिलेले आहेत.

युगपद्धति.—आर्यभटाची युगपद्धति इतर सिद्धांतांहून किंचित् भिन्न आहे. महायुग त्याचें आणि इतरांचें सारखेंच म्हणजे ४३,२०,००० वर्षांचें आहे. परंतु त्याच्या मतें महायुगाचे कलि द्वापर, त्रेता व कृत हे चारहि युगपाद सारखे असून एका मनूंत ७२ युगें असतात. यामुळें त्याच्या मताप्रमाणें कल्पारंभीं, प्रत्येक महायुगारंभीं व युगपादारंभीं सर्व ग्रह एकत्र येतात. त्यानें मन्वंतरारंभीं, संधि सांगितलेला नाहीं. व सृष्ट्युत्पत्तीस कांहीं वर्षें लागलीं कीं काय याचा विचार करण्याचेंहि त्यास कारण पडलें नाहीं.

वर्षमान.–आर्यभटाच्या सिद्धांतानुसार वर्षमान ३६५दि. १५ घ. ३१ प. १५ विप. इतकें आहे. हें मान मूल (पंचसिद्धांतिकोक्त) सूर्यसिद्धांतांतल्यापेक्षां १० विपळांनीं कमी आहे; व सांप्रतच्या यूरोपीय मानापेक्षां ८ पळें व १८.१३ विपळें म्हणजे ३ मिनिटें व १९। सेकंद एवढ्यानें जास्त आहे. मूलसूर्यसिद्धांत व आर्यसिद्धांत यांत फरक पडण्याचें कारण सूर्यसिद्धांतांत कलियुगारंभ गुरुवार मध्यरात्रीं असून आर्यभटानें तो शुक्रवार सूर्योदयीं म्हणजे १५ घटिका मागाहून मानला आहे. वर्षमान १५ विपळें कमी धरून ३६०० वर्षांत बरोबर १५ घटिका कमी होतात. आणि त्यामुळें गतकलि ३६०० या वर्षीं (आर्यभटाच्या वयाचीं २३ वर्षें गेलीं असतां) मूलसूर्यसिद्धांत आणि आर्यसिद्धांत यांप्रमाणें सूर्याचें

मध्यम मेषसंक्रमण म्हणजे वर्षारंभ एककालींच झाला. यावरून असें दिसून येतें कीं, युगारंभ सूर्योदयीं मानल्यामुळें जें अंतर पडेल तें न पडावें म्हणून आर्यभटानें वर्षाचें मान १५ विपळें कमी मानलें.

पृथ्वी अक्षाभोंवतीं फिरते या मताचा पुरस्कार.— पृथ्वी प्रत्यहीं आपल्याभोंवतीं फिरते असें मानणारा ज्योतिषी आपल्या देशांत एक हा आर्यभट मात्र होता. आर्यभटानें भगणादि मानांत नक्षत्रपरिवर्तन न सांगतां भूभ्रम सांगितले आहेत, यावरून ही गोष्ट स्पष्ट होते. भटप्रकाशिका टीकाकारानें आर्यभट पृथ्वी अचल आहे या मताचा होता असें प्रतिपादन करण्याचा जो प्रयत्न केला आहे तो बरोबर नाहीं. आर्यभट पृथ्वीची दैनंदिन गति मात्र जाणतो. पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते असें त्याचें मत दिसत नाहीं.

आर्यभटाचा करणग्रंथ.—आर्यभटसिद्धांतांत इतर ग्रंथांतल्याप्रमाणें अधिकार नाहींत तरी त्यांत चंद्रशृंगोन्नति आणि ग्रहयुति या अधिकारांतल्याशिवाय बाकी सर्व अधिकारांतील विषय आहेत. त्यानें योगतारांचे भोग व शर सांगितले नाहींत व अयनगतीसंबंधींहि कांहीं दिलेलें नाहीं. तिथि, नक्षत्र, करण वगैरे काढण्याच्या रीतींचाहि त्याच्या ग्रंथांत अभाव आहे. यावरून व दुसऱ्या कित्येक गोष्टींवरून आर्यभटानें एखादा करणग्रंथ केला असावा परंतु सांप्रत तो उपलब्ध नाहीं, असें अनुमान निघतें.

दृक्प्रत्ययासंबंधांत आर्यभटाची योग्यता.— ब्रह्मगुप्ताच्या वेळीं म्हणजे आर्यभटानंतर सुमारें सवाशें वर्षांनीं आर्यभटाच्या ग्रंथावरून ग्रहणादिकांचा विसंवाद होत असे असें दिसतें. तथापि ब्रह्मगुप्तापूर्वी होऊन गेलेल्या श्रीषेण व विष्णुचंद्र या ज्योतिष्यांनीं मूलसूर्यसिद्धांत, पंचसिद्धांत, व लाटादिकांचे ग्रंथ टाकून आर्यभटाच्या ग्रंथांतून स्पष्टीकरण, मंदोच्च, पात आणि परिधि हीं घेतलीं यावरून त्यांच्या वेळीं इतरांपेक्षां दृक्प्रत्ययासंबंधें आर्यभटाची योग्यता अधिक होती हें उघड आहे. छिद्रान्वेषणपटु ब्रह्मगुप्तासुद्धां, स्वतःच्या सिद्धांताचा अत्यंताभिमान सोडून, ज्याच्याशीं त्याची अत्यंत प्रतिस्पर्धा त्या आर्यभटाच्या ग्रंथाशीं तुल्य असा ग्रंथ करतों, असें म्हणावें लागलें. आर्यभटानें ग्रहस्पष्टीकरणांत सुधारणा केली व पूर्वीच्या ग्रंथांच्या सारासारविचारानें स्वबुद्धीनें आणि वेधानें त्यानें नवीन शोधहि लावले.

निरनिराळ्या सिद्धान्तांतील मध्यम ग्रहांची तुलना.—आर्यभटीय कालचे म्हणजे शके ४२१ मध्यममेषसंक्रमण वेळेच्या सुमाराचे आर्यभटीयावरून, मूलसूर्यसिद्धांतावरून, सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतावरून व ब्रह्मगुप्तसिद्धांतावरून काढलेले मध्यम ग्रह आणि यूरोपीय कोष्टकांवरून काढलेले मध्यम ग्रह परस्परांशीं ताडून पाहिले तर असें आढळून येतें कीं, मूलसूर्यसिद्धांताच्या ग्रहांत बुध आणि गुरु यांचें मात्र अंतर एक अंशाहून जास्त आहे, बाकीच्यांचें त्याहून कमी आहे. प्रथमार्यसिद्धांतांतील बुधाचें मात्र अंतर दोन अंशांहून जास्त आहे बाकी कोणत्याचेंहि ५१ कलांहून जास्त नाहीं. वर्तमान सूर्यसिद्धांतांतील ग्रहांचें अंतर चंद्र खेरीज करून बहुतेकांचें वरेंच आहे. ब्रह्मगुप्तसिद्धांतांतील ग्रहांचें सूर्यसंबंधीं तुलनेचें—म्हणजे यूरोपीय कोष्टकांतील प्रत्येक ग्रह सूर्याच्या पुढें जितका आहे आणि ब्रह्मगुप्तसिद्धांताच्या कोष्टकांतील ग्रह त्यांतील सूर्याच्या पुढें जितका आहे त्या अंकांतील तुलनेचें—अंतर बुधाचें मात्र वरेंच आहे, गुरूचें ५३ कला आहे व बाकीच्यांचें २२ कलांच्या आंतच आहे.

भारतीय भगणादि मानांची यूरोपीय मानांशीं तुलना.—सांप्रतचीं यूरोपीय मानें पाहिलीं असतां असें दिसतें कीं आमचें सूर्यसिद्धांताचें वर्ष सुमारें ८ पळें ३४.५ विपळें जास्त आणि ब्रह्मसिद्धांताचें ७ पळें २५.६ विपळें जास्त आहे. चंद्राची गति जास्त असूनहि तींत बहुधा चूक नाहीं म्हटलें तरी चालेल. राहुभगणास सुमारें ४ दिवसांचा व शनीच्यास ६ दिवसांचा फरक आहे. बाकीचे फरक एक दिवसाच्या आंत आहेत. टॉलेमीच्या मानांत व आधुनिक यूरोपीय मानांत असलेले फरक सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताच्या किंवा ब्रह्मगुप्तसिद्धांताच्या मनांत व आधुनिक यूरोपीय मानांत असलेल्या फरकांपेक्षां सामान्यतः कमी दिसतात.

मंदोच्च व पातः—आमच्या सिद्धांताप्रमाणें कोणत्याहि ग्रहाचें मंदोच्च व पात यांस १३००० वर्षांत एक अंशाहून जास्त गति नाहीं. उच्चपातांच्या यूरोपीय गतींची आमच्या गतींशीं तुलना केली तर असें आढळून येईल कीं, सूर्यसिद्धांताच्या गती बऱ्याच चुकल्या आहेत. इतर सिद्धांतांतल्या गतीहि अशाच आहेत म्हटलें तरी चालेल. कोणतेंहि उच्च किंवा पात याची गति आमच्या ग्रंथाप्रमाणें एका वर्षांत विकलेच्या तिसऱ्या हिश्शाहून जास्त नाहीं. यूरोपीय मानानें उच्चगती विकलेहून जास्त आहेत. आतां यासंबंधीं आपल्या ग्रंथांस कागदावरील अंक पाहून तोंडानें दोष देणें फार सोपें आहे. परंतु आकाशांत एक विकला समजण्यास सांप्रतच्या सूक्ष्म यंत्रांनींहि किती प्रयास पडतात हें ज्यास अवगत आहे, तो तसा दोष देणार नाहीं.

शके ४२१ मधील आमच्या ग्रंथावरून येणारी उच्चपातस्थिति व आधुनिक यूरोपीय मानाप्रमाणें केरोपंती पंचांगावरून येणारी उच्चपातस्थिति या परस्परांशीं ताडून पाहतां असें दिसतें कीं सूर्याचें उच्च फारच थोडें चुकलें आहे. शुक्राच्या उच्चामध्यें फार चुकी दिसते; परंतु बाकीचीं उच्चें पाहिलीं तर पहिल्या आर्यभटाच्यांत बुधाचें उच्च २४ अंश कमी आहे, बाकीचीं १० अंशाच्या आंतच कमजास्त आहेत. सूर्यसिद्धांताचीं याहून शुद्ध आहेत. त्यांत बुधाचें १३ अंश कमी आणि शनीचें ८ अंश कमी आहे; मंगळ आणि गुरु यांचीं तर फारच थोडीं चुकलीं आहेत. ब्रह्मगुप्ताचींहि सूर्यसिद्धांताइतकीं किंवा त्याहून जास्त शुद्ध आहेत. टॉलेमीच्या उच्चांचीं केरोपंतीशीं तुलना केली तर असें दिसून येतें कीं त्याच्याहि शुक्राच्या उच्चांत अतिशय

चुकी असून शिवाय एकंदरींत त्याचीं उच्चें सूर्यसिद्धांत आणि ब्रह्मसिद्धांत यांहून अधिक चुकलीं आहेत. पातांची तुलना करून पाहतां आर्यभटाचे सरासरी ४ अंश चुकीचे आणि ब्रह्मगुप्ताचे ७ अंश चुकीचे आहेत. टॉलेमीचे तर ३० अंश चुकीचे आहेत. त्याचे शनिगुरुपात फारच चुकीचे आहेत. त्याचें रव्युच्च ६५ अंश ३० कला आहे; परंतु त्याच्या वेळीं म्हणजे इ. स. सुमारें ९५० या वर्षी सायन रव्युच्च ७१ अंश येतें. आपल्या कोणत्याहि सिद्धांताचें रव्युच्च एक अंशाहून जास्त चुकलें नाहीं.

भारतीय सिध्दांतकारांनीं उच्चपातांची स्थिति स्वतंत्रपणें काढली.—टॉलेमीनें मानलेली संपातगति (वर्षास ३६ विकला) हिशेबांत घेऊन प्रो. व्हिटने यानें टॉलेमीचीं मानें काढलीं आहेत, त्यांचें आमच्या सिद्धांतांतील मानांशीं मुळींच साम्य दिसत नाहीं. यावरून टॉलेमीच्या ग्रंथांतील ग्रहगतिस्थिति आमच्या ग्रंथांत घेतली नाहीं हें उघड आहे. हिंदूंनीं आपल्या ग्रहांचीं उच्चें व पात टॉलेमीवरून किंवा त्याच्या पूर्वीच्या ग्रीक ग्रंथांवरून घेतलीं असतील असें व्हिटने यानें दर्शविलें आहे. तो म्हणतो कीं, उच्चें व पात यांसारखी कठिण गोष्ट स्वतः काढण्याची किंवा दुसऱ्याचीं घेतलीं असतां कालांतराच्या मानानें तींत सुधारणा करून घेण्याची योग्यता हिंदूंच्या अंगीं नाहीं. वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, स्वतः व्हिटने यानें सांप्रतच्या यूरोपीय ग्रंथांवरून टॉलेमीच्या वेळची, आर्यभटाच्या वेळची किंवा दुसऱ्या कोणत्याच वेळची उच्चपातस्थिति काढून तुलना करण्याचे श्रम न घेतांच आपलें मत ठोकून दिलें आहे. टॉलेमीच्या वरून जर हिंदूंनीं उच्चें घेतलीं असतीं तर टॉलमीचें रव्युच्च ६५ अंशाचें हिंदूंनीं ७८ अंश कसें केलें असतें ? आमच्याच निरनिराळ्या सिद्धांतांच्या उच्चपातांमध्यें बरेंच अंतर आहे. यावरून आमच्या सिद्धांतकारांनीं एकमेकांचींहि मानें घेतलीं नाहींत, तर प्रत्येकानें स्वतंत्रपणें काढलीं असें दिसून येतें. व्हिटने यानें हिंदूंविषयीं जें विधान केलें आहे तें टॉलेमीसच चांगलें लागू पडतें. टॉलेमीनें दिलेलें रव्युच्च त्याच्या ३०० वर्षें अगोदर होऊन गेलेल्या हिप्पार्केसच्या वेळीं होतें. यावरून कदाचित् त्याच्यावरून टॉलेमीनें तें, त्यांत आपल्या काळच्या स्थितीप्रमाणें फेरफार न करतां घेतलें असेल. टॉलेमीचे उच्चपाताचे अंक व आपल्या ग्रंथांवरून येणारे अंक यांत उच्चांत ३ पासून ३० अंशांपर्यंत आणि पातांत ४ पासून ८२ अंशांपर्यंत अंतर आहे. हिप्पार्केसच्या वेळेपासून म्हणजे ख्रि. पू. १५० पासून खिस्तोत्तर ५०० पर्यंत ६५० वर्षांत इतकी गति झाली हें त्यांनीं काढून तितका फेरफार करून आपल्या ग्रंथांत स्थिति दिली असें मानलें तर दोहोंच्या अंकांत कांहीं नियमित अंतर दिसलें पाहिजे. पण तसें नाहीं; आणि ३५० वर्षांत इतकी गति होते असें जर त्यांनीं काढलें असतें, तर त्यांनीं उच्चपातगति पुष्कळ दिली असती; पण ती तर ते १३०० वर्षांत १ अंशाहून कमीच देतात. यावरून आपल्या सिद्धांतकारांनीं स्वतंत्रपणें आपआपल्या काळची उच्चपातांची स्थिति काढली असली पाहिजे.

वराहमिहिर, त्याचा काल.— पहिल्या आर्यभटानंतर वराहमिहिर हा प्रख्यात ज्योतिषी होऊन गेला. त्यानें आपल्या पंचसिद्धांतिकाकरणग्रंथांत गणितास शक ४२७ हें आरंभवर्ष घेतलें आहे, यावरून एक तर त्यानें शके ४२७ मध्यें ग्रंथ रचण्यास सुरुवात केली असावी, किंवा शक ४२७ हा त्याचा जन्मशक असल्यामुळे त्यानें तें वर्ष आरंभस्थानीं घेतलें असावें. पहिली कल्पना खरी धरल्यास त्याचा जन्मकाल शके ४१२ च्या अलीकडे येऊं शकत नाहीं; व ब्रह्मगुप्तटीकाकार पृथुस्वामी व आमराज यांनीं शक ५०९ हा त्याचा मृत्युकाल दिला आहे म्हणून जें कोणी म्हणतात त्याशीं ह्या जन्मकालाचा मेळ घसवावयाचा असल्यास, तो शक ४१२ च्या पूर्वींहि फारसा ढकलतां येत नाहीं.

त्या चे ग्रं थ व त्यां व री ल टी का.—वराहमिहिर हा अवंतीचा राहणारा होता. त्यानें यवनदेशांत जाऊन ज्योतिःशास्त्र संपादिलें अशी जी कांहीं लोकांची समजूत दिसते ती चुकीची आहे. वराहमिहिराचे ग्रंथ व त्यांवरील भटोत्पलाची टीका पाहिली असतां असें दिसतें कीं वराहानें केलेल्या सर्व ग्रंथांतल्या विषयांवर त्याच्यापूर्वींच विपुल ग्रंथ या देशांत झाले होते. तेव्हां वराहास परदेशांत जाण्याचें कांहीं कारण नव्हतें. त्यानें ज्योतिषाच्या तीनहि शाखांवर ग्रंथ लिहिले असून त्याचे बृहज्जातक व लघुजातक हे ग्रंथ अद्यापि ज्योतिष्यांच्या पुष्कळ प्रचारांत आहेत. त्याच्या बृहत्संहिता ग्रंथाचे डॉ. केर्न यानें केलेलें इंग्रजी भाषांतर रॉयल एशियाटिक सोसायटीच्या ५ व्या पुस्तकांत छापलें गेलें आहे. बृहत्संहिता व बृहज्जातक हे ग्रंथ स्वतःच उपयुक्त असल्यामुळें अद्यापि प्रचारांत आहेत हें खरें; तरी त्यांच्या प्रचारास उत्पलटीका विशेष कारणीभूत झाली असें म्हटलें तरी चालेल. लघुजातकावर उत्पलव्याख्या आहे व यात्राग्रंथावरहि ती होती असें दिसतें.

त्या च्या ग्रं थ र च ने चें स्व रू प.—वराहमिहिराचा गणितस्कंधावरील ग्रंथ जो पंचसिद्धांतिका त्यांत पांच सिद्धांतांचा अनुवाद केला असल्याचें पूर्वीं दाखविलेंच आहे. सूर्यसिद्धांतोक्त मध्यमग्रहांस त्यानें स्वतःचा एक बीजसंस्कार सांगितला आहे, त्यावरून पंचसिद्धांतिकेंतील कोणताहि सिद्धांत वराहमिहिरकृत नव्हे हें निर्विवाद सिद्ध होतें. करणग्रंथ केल्यानंतर वराहमिहिराचें लक्ष्य फलज्योतिषाकडे आणि विशेषतः नानाप्रकारचे सृष्टिचमत्कार, पदार्थांचे गुणधर्म व त्यांचा व्यवहारांत उपयोग यांकडे लागलेलें असावें असें त्याच्या संहिताग्रंथावरून दिसतें. सृष्टिशास्त्राच्या जोतिषशास्त्राखेरीज इतर शाखांवर विचार करणारा ज्योतिषी याच्यानंतर दुसरा कोणी झाला नाहीं. त्यानें घालून दिलेल्या दिशेनें सृष्ट पदार्थांच्या गुणधर्मांचा विचार तसाच पुढें अव्याहत चालता तर आज या कामांत यूरोपीयांनीं आपणांस मागें टाकलें नसतें.

ब्रह्मगुप्त.—वराहमिहिरानंतर व ब्रह्मगुप्ताच्या पूर्वी म्हणजे शके ४२७ व ५५० यांच्या दरम्यान वर्तमान रोमक सिद्धांतकार श्रीषेण व वर्तमान वसिष्ठ सिद्धांतकार विष्णुचंद्र हे दोन ज्योतिषी झाले होते असें पूर्वी सांगितलेंच आहे. ब्रह्मगुप्ताचा जन्म शके ५२० मध्यें झाला असून तो गुजराथच्या उत्तर सरहद्दीवर असलेल्या भिनमाल गांवचा राहणारा होता. त्याचे ब्रह्मस्फुटसिद्धांत व खंडखाद्य नामक करण असे दोन ग्रंथ उपलब्ध आहेत.

ब्रह्मसिद्धांतांतील सायनमेषसंक्रमणावरून घेतलेलें वर्षमान.—ब्रह्मगुप्तानें आपल्या सिद्धांतांत जीं भगणादि मानें दिलीं आहेत त्यांची पूर्वीच्या सिद्धांतांतील भगणादि मानांशीं तुलना करून पाहतां असें दिसून येतें कीं ब्रह्मसिद्धांतांतील वर्षमान मूलसूर्यसिद्धांतांतल्यापेक्षां ६७॥ विपळें कमी आणि प्रथमार्यसिद्धांतांतल्यापेक्षां ५२॥ विपळें कमी आहे. पंचसिद्धांतिकोक्त पुलिश व रोमक यांखेरीज भारतीय कोणत्याहि सिद्धांतापेक्षां हें वर्षमान कमी आहे. असें होण्याचें कारण एकच दिसतें, व तें हें कीं ज्या दिवशीं दिनरात्रिमान सारखें होतें त्या विषुव दिवशीं—म्हणजे ज्या दिवशीं क्षितिजाच्या बरोबर पूर्व बिंदूंत सूर्य उगवतो त्या दिवशीं—ब्रह्मगुप्तानें मेषसंक्रमण मानलें [तो म्हणतोः—" जर सिद्धांत भिन्न असतील तर सूर्याच्या संक्रातीहि त्या भेदाप्रमाणें झाल्या पाहिजेत. परंतु तो सूर्य तर विषुव दिवशीं पूर्वेस सूर्योदयीं स्पष्ट दिसतो " [अ. २४, श्लोक ४]. असें मेषसंक्रमण म्हटलें म्हणजे तें सायनरवीचें होय. ब्रह्मगुप्तानें आपल्या विसाव्या वर्षी वेध घेण्यास आरंभ केला होता असें मानून कै. शं. बा. दीक्षित यांनीं शके ५४० चें गणित करून असें दाखविलें आहे कीं, त्या वर्षी ब्रह्मसिद्धांतमेषसंक्रमणकालीं सूर्य विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सुमारें १२ कला मात्र असला पाहिजे. त्या दिवशीं सूर्योदयींच ब्रह्मसिद्धांताचें मेषसंक्रमण झालें असतें तर त्या वेळीं पूर्व बिंदूच्या उत्तरेस १२ कला सूर्यमध्यबिंदु दिसला असता. परंतु सूर्योदयींच नेहमीं मेषसंक्रमण होतें असें नाहीं. ही गोष्ट, दिक्साधन करण्यामध्यें कांहीं कलांची चुकी होण्याचा संभव, आणि वेधाचीं स्थूल साधनें इतक्या गोष्टी मनांत आणल्या असतां १२ कलांची चुकी होणें संभवनीय दिसतें.

ब्रह्मगुप्तास सायन वर्षमान किंवा अयनगति धरण्याचें कां सुचलें नाहीं.—ब्रह्मगुप्तास अयनगति माहीत नव्हती, किंवा त्याच्या पूर्वी ती माहीत असेल तर त्यानें ती विचारांत घेतली नव्हती. यामुळें त्याच्या दृष्टीनें सायनसूर्य व ग्रंथागत निरयन सूर्य हा भेद नसल्यामुळें सायनसूर्य तोच सिद्धांतावरून निघेल असें त्यानें केलें. परंतु हें त्याच्या कालापुरतें मात्र झालें. याचें कारण असें कीं, त्याच्या वेळीं सुमारें ५४ घटका संक्रमण अगोदर झालें. परंतु कलियुगारंभीं (त्याच्या मतें शुक्रवारीं सूर्योदयीं) मध्यमसूर्य मेषारंभीं होता हा जो दृढग्रह परंपरागत आलेला, त्याच्या बाहेर त्याला जातां येईना. यामुळें कलियुगारंभापासून ब्रह्मसिद्धांतरचनाकालापर्यंत सुमारें ३७३० वर्षें गेलीं तितक्या वर्षांवर ५४ घटका चुकी त्यानें विभागली, आणि आकाशांत प्रत्यक्ष पूर्वेस सूर्य उगवेल त्या वेळीं म्हणजे सायन मेषीं आपल्या सिद्धांताप्रमाणें मेषसंक्रमण व्हावें असें त्यानें केलें. कलियुगारंभापासून स्वकालापर्यंत चुकी विभागावयाची हें लचांड नसतें, आणि अमुक कालापासून आजपर्यंत संक्रमण इतकें मागें आलें असा त्यानें विचार केला असता, तर वर्षमान सायन म्हणजे ३६५ दि. १४ घ. ३२पळें धरणें किंवा वर्षमान पूर्वीचें ठेवून अयनगति मानणें या दोहोंपैकीं कोणती तरी एक गोष्ट त्यानें केली असती. सिद्धांतानंतर ३७ वर्षांनीं त्यानें खंडखाद्यकरणग्रंथ केला त्यांत वर्षमान मूलसूर्यसिद्धांताचें घेतलें आहे. यावरून वर्षमान पूर्वीचेंच ठेवून अयनगति मानण्याकडे त्याचा कल झाला असावा असें कै. दीक्षितांचें मत आहे.

ब्रह्मसिद्धांतांतील भगणादिमानें व बीजगणितज्ञान.—ब्रह्मसिद्धांतांतील ग्रहभगणसंख्या इतरसिद्धांतांहून थोडथोड्या भिन्न आहेत. ब्रह्मगुप्तानें त्या कालीं ग्रहवेधास मिळतील अशा भगणसंख्या कल्पिल्या होत्या असें दिसतें. मंदोच्चें व पात यांवद्दलहि त्याचा स्वतंत्र शोध दिसून येतो. अर्थात् ब्रह्मगुप्त हा स्वतः वेध घेऊन स्वतंत्रपणें शोध करणारा होता हें उघड आहे. ब्रह्मसिद्धांताच्या कुट्टक नामक अध्यायांत बीजगणितांतले बरेच विषय आले असून पहिला बीजगणितकार तोच असावा असें प्रस्तुत उपलब्ध असलेल्या माहितीवरून दिसतें. परंतु नवीन विषय मीं काढिला असे कांहींच उद्गार बीजगणिताध्यायांत त्यानें काढले नसल्यामुळें त्याच्या पूर्वीहि तो विषय असावा असें अनुमान होतें.

ब्रह्मसिद्धांतावरील टीका व त्यांतील प्रक्षेप.—ब्रह्मसिद्धांतावर शके ९०० च्या सुमारास पृथुस्वामीनें पृथूदकटीका नांवाचा टीकाग्रंथ रचिला असून इ. स. १८१७ मध्यें कोलब्रूकनें ब्रह्मसिद्धांतांतल्या अंकगणित व बीजगणित या अध्यायांचें इंग्रजींत भाषांतर केलें आहे. ब्रह्मगुप्तानें ब्रह्मसिद्धांतांत प्रत्येक अध्यायाच्या शेवटीं आर्यासंख्या सांगण्याची खबरदारी घेतली आहे तरी त्याच्या ग्रंथांत पांचसात आर्या कमजास्त झालेल्या दिसतात. पंचसिद्धांतिकेप्रमाणें ब्रह्मसिद्धांताच्या सटीक पुस्तकांतहि विष्कंभादि २७ योग आढळत नाहींत.

खंडखाद्यकरणग्रंथ.—खंडखाद्य हा ग्रंथ ब्रह्मगुप्तानें आपल्या वयाच्या ६७ व्या वर्षी रचिला. त्याच्या स्वतःच्या सिद्धांताची संक्रांति खंडखाद्यरचनाकालीं मूलसूर्यसिद्धांताच्या व आर्यभटीयाच्या एक दिवस पूर्वी येत होती, व इतक्या फरकामुळें त्याचा अधिकमासहि ह्या दोन सिद्धांतांहून भिन्न येत असे, ही गोष्ट अज्ञानी मनुष्यासहि समजण्यासारखी असल्यामुळें त्याच्या सिद्धांताचें मान सुरू करण्यास लोकमत प्रतिकूल होतें. आपल्या वयाचीं ६७ वर्षें गेलीं तरी आपले कोणी अनुयायी होत नाहींत असें पाहून शेवटीं त्यानें निराश

होऊन त्या वेळीं लोकमान्य झालेल्या आर्यभटाच्या करणग्रंथा-प्रमाणें आपला खंडखाद्य करणग्रंथ केला.

खंडखाद्याचें स्वरूप.—तथापि आपला नवीन करणग्रंथ करतांना ब्रह्मगुप्तानें त्यांत दृक्प्रत्यय येण्याजोगा फेरफार करण्यास मात्र कमी केलें नाहीं, खंडखाद्यांत वर्षमान मूलसूर्य सिद्धांताचें घेतलें आहे आर्यसिद्धांताचें घेतलें नाहीं; त्यामुळें युगप्रवृत्ति स्वतःच्या सिद्धांताप्रमाणें किंवा आर्यभट सिद्धांता-प्रमाणें सूर्योदयीं न मानितां मूलसूर्यसिद्धांताप्रमाणें अर्धरात्रीं मानावी लागली. खंडखाद्यांत आरंभवर्ष शके ५८७ आहे. शके ५८७ चैत्र कृष्ण ३० शनिवार मध्यरात्रीचे मूलसूर्य-सिद्धांताच्या भगणादिमानांवरून ग्रह काढले, तर चंद्रोच्च व राहु खेरीज करून ते खंडखाद्यांतील क्षेपकांशीं अगदीं बरोबर मिळतात. आर्यभटसिद्धांतावरून काढलेल्या ग्रहांशीं मिळत नाहींत. चंद्रोच्च मूलसूर्यसिद्धांताशीं तर मिळत नाहींच, परंतु आर्यभटसिद्धांताशीं किंवा ब्रह्मगुप्तसिद्धांताशींहि मिळत नाहीं. राहूहि शेवटल्या दोहोंपैकीं कोणाशीं मिळत नाहीं. खंडखाद्य आर्यभटसिद्धांताशीं सर्वांशीं मिळत नाहीं तरी आर्यभटीयांतील कांहीं मानें मूलसूर्यसिद्धांतावरोबर असल्यामुळें शके ५८७ मध्यें खंडखाद्यावरून येणारी मध्यमग्रहस्थिति आर्यभटसिद्धांताशीं फारच मिळती निघत होती.

खंडखाद्यावरील टीका व त्यांचा प्रचार.—खंडखाद्यावर वरुण व भटोत्पल यांच्या टीका आहेत व पृथूदकाचीहि टीका असावी असें दिसतें. याशिवाय काश्मीर देशांतील टीकाकाराचीहि एक खंडित टीका सांपडते. डेक्कन कॉलेज संग्रहांतील पंचांगकौतुक नामक ग्रंथावरून शके १५८० पर्यंत खंडखाद्यकरण काश्मीरांत प्रचारांत होतें असें दिसतें व अद्यापहि तिकडे तें प्रचारांत असण्याचा संभव आहे.

ब्रह्मसिध्दांतानुयायी करण ग्रंथः—ब्रह्मगुप्ताच्या सिद्धांताची त्याच्या हयातींत चहा झाली नाहीं तरी पुढें भास्कराचार्यासारख्या ज्योतिष्यानें त्याचाच आगम स्विकारिला. भास्कराचार्यापूर्वींचेहि दोन करणग्रंथ ब्रह्मसिद्धांतानुयायी आढळतात. शालीवाहन शकाच्या ७ व्या शतकांत ब्रह्मगुप्ताचे ग्रंथ सिंध प्रांतांत फार पसरले असावे व ब्रह्मसिद्धांत व खंडखाद्य ह्या ग्रंथांचीं त्या शतकाच्या शेवटीं केव्हां तरी सिंधिंद आणि अलअरकंद नांवांचीं अरबी भाषांतरें झालीं असावीं असें दिसतें. गुणभद्रकृत उत्तरपुराणनामक ग्रंथावरून शके ८१९ त दक्षिणेंत ब्रह्मसिद्धांत निजरूपानेंच चालत होता असें सिद्ध होतें. शके ९६२ च्या सुमारास झालेल्या वरुणाच्या टीकेंतहि बीजाचा उल्लेख आढळत नाहीं. शके ९६४ मध्यें झालेल्या राजमृगांककरणांत मात्र बीजसंस्कार सांगितला आहे. यापुढील करणकमलमार्तंड, करणकुतूहल, महादेवीसारिणी, खेटकसिद्धि व चंद्रार्की हे सर्व ग्रंथ बीजसंस्कृत ब्रह्मसिद्धांततुल्य असून यांपैकीं करणकुतूहल तर अद्यापहि कोठें प्रचारांत असेल. भास्कराचार्यकृत सिद्धांत शिरोमणीनें ब्रह्मसिद्धांताचें काम उत्कृष्ट होऊं लागल्यामुळें त्याच्यानंतर ब्रह्मसिद्धांत पुस्तक लोपत चाललें असावें.

ब्रह्मगुप्तकालीन ज्योतिषज्ञानः—एकंदरींत पाहतां ज्योतिःशास्त्र ज्या रूपानें आपल्या देशांत आढळतें त्याच्या पद्धतीच्या बहुतेक अंगांची स्थापना ब्रह्मगुप्ताच्या वेळीं पूर्णपणें झाली असें म्हणतां येईल. वेधामुळें ग्रहस्थितीमध्यें फेरफार व्हावयाचा तो मागाहून वेळोवेळीं झाला; परंतु पद्धतीमध्यें नवीन शोध किंवा सुधारणा अयनगतीवांचून दुसरी मागाहून विशेष झाली नाहीं. वेधादिकांच्या यंत्रापैकीं तुरीययंत्र ब्रह्मगुप्तानें नवीन कल्पिलें असें कै० शं. बा. दीक्षित यांचें मत आहे.

अलबेरुणीच्या इंडिका ग्रंथाच्या आधारें प्रो. साचो म्हणतो कीं. प्राच्य सुधारणेच्या इतिहासांत ब्रह्मगुप्ताला महत्वाचें स्थान आहे. अरब लोकांस टॉलेमीच्या ग्रंथाची माहिती होण्यापूर्वीं त्यांस ज्योतिषशास्त्र ब्रह्मगुप्तानें शिकाविलें. [इंडिका भाग, २ पा० ३०४]

लल्ल, त्याचा काळ व स्थळ.—डॉ. कर्न व कै० जनार्दन बाळाजी मोडक हे, बीजसंस्काराच्या रीतींत शकांत ४२० वजा करावे असें लल्लानें म्हटलें आहे त्यावरून, व आर्यभटटीकाकार परमादीश्वर ह्या लल्ल आर्यभटाचा शिष्य होता असें म्हणतो, त्यावरून, लल्लाचा काळ शके ४२० हाच ठरवून तो आर्यभटाचा समकालीन व शिष्य होता असें आपलें मत देतात. गणकतरंगिणीकारहि लल्लाचा काळ शके ४२१ असाच देतो. परंतु कै. शं. बा. दीक्षित यांनां हीं दोन्हीहि मतें चूक वाटतात. कारण, आर्यभटानें केल्या नाहींत अशा चुका क्षुल्लक गोष्टींत लल्लानें केल्या असून शके ५५० च्या सुमारास झालेला छिद्रान्वेषी ब्रह्मगुप्त आर्यभटावर दूषणांची वृष्टि करतो, पण लल्लाविषयीं कांहींच लिहित नाहीं; आर्यभटाच्या ग्रंथास बीजसंस्कार देण्याची त्याच्याच काळीं त्याच्या शिष्यास पाळी यावी हें विचित्र दिसतें; आणि 'पृथ्वी स्वतःभोंवतीं फिरते म्हणावी तर पक्षी पुन्हां आपल्या घरट्यांत कसे येऊं शकतात' अशी लल्लानें आर्यभटाच्या मतावर शंका काढली आहे. त्यांच्या मतें, लल्लानें रेवती योगतारेचा भोग–म्हणजे स्पष्ट मेषसंक्रमण काळच्या सूर्यस्थानापासून अंतर–३५९ अंश दिलें आहे. ब्रह्मगुप्तास लल्लाचा ग्रंथ माहीत नव्हता व लल्लाच्या ग्रंथांतहि ब्रह्मगुप्ताच्या तुरीय यंत्राखेरीज सर्व कांहीं आहे, व त्याच्या ग्रंथांत अयनचलनाचा विचार मुळींच नाहीं या तीन गोष्टींवरून ते दोघे जवळजवळ समकालीन परंतु परस्परांपासून दूरदूर राहणारे असले पाहिजेत. तो शके ५६० च्या सुमारास झाला असावा असा त्यांचा तर्क आहे. अलबेरुणीच्या ग्रंथांत शक ९५० पूर्वीच्या प्रसिद्ध ज्योतिष्यांचें कांहींना कांहीं वर्णन आलें असून त्यांत लल्लाचें नांवहि नाहीं. यावरून लल्लाचे ग्रंथ निदान शके ९५० पर्यंत तरी उत्तरहिंदुस्थानांत फारसे प्रसिद्ध नव्हते असें दिसतें. उलटपक्षीं लल्लबीजसंस्कृत

प्रथमार्यसिद्धांत दक्षिणेंत प्रचारांत आहे, तेव्हां लल्ल हा दाक्षिणात्य असावा असें अनुमान निघतें.

लल्लाचे ग्रंथ व त्यांचा प्रचार.—लल्लाचा धीवृत्तितंत्र नांवाचा एक ग्रहगणितग्रंथ व रत्नकोश नांवाचा एक मुहूर्त ग्रंथ असे दोन आहेत. लल्लाच्या ग्रंथांतील भगणादि मानें सर्व पहिल्या आर्यभटाच्या ग्रंथांशीं मिळतात. त्यांत त्यानें आर्यसिद्धांतावरून येणाऱ्या ग्रहांस दृक्प्रत्यय घेऊन बीजसंस्कार मात्र दिला आहे. बुधादिकांच्या संस्कारावरून असें दिसतें कीं तो संस्कार देणें आर्यभटानंतर कांहीं कालानें अवश्यच झालें होतें. लल्लकृत रत्नकोशाच्या आधारें श्रीपतीनें रत्नमाला ग्रंथ केला आहे. लल्लोक्त संस्कार प्रथमार्यसिद्धांतोक्त ग्रहांस देऊन करणप्रकाश व भटतुल्य हे ग्रंथ झाले.

लल्लाचा एक पाटीगणित ग्रंथ असावा असें भास्कराचार्याच्या गोलाध्यायावरून दिसतें व त्याचा बीजगणितावरहि एक ग्रंथ असेल असें सुधाकर द्विवेदी म्हणतात.

मुसुलमान लोकांत हिंदु ज्योतिषशास्त्राचा प्रसार.—मुसुलमानांमध्यें हिंदु ज्योतिषशास्त्राचा प्रसार शालिवाहन शकाच्या अजमासें सातव्या शतकाच्या शेवटीं झाला. हिंदुस्थानांतील सिंध प्रांत बगदाद येथील खलिफांच्या ताब्यांत कांहीं वर्षें होता. त्या वेळीं खलीफ मनसूर याच्या कारकीर्दींत (शके ६७५-६९६) त्याजकडे शके ६९३ मध्यें सिंध प्रांतांतल्या एका संस्थानिकाकडून वकील गेले होते. त्यांजबरोबर कांहीं ज्योतिषी होते. त्यांच्याद्वारें कांहीं संस्कृत ज्योतिषग्रंथांचें अरबींत भाषांतर झालें (साचोकृत इंडिकाचें इंग्रजी भाषांतर, भाग २, पा. १५). शके ७०० मध्यें एक हिंदु ज्योतिषी बगदाद येथें होता (भाग २, पा. ६७). खलीफ हरून याच्या कारकीर्दींतहि (शके ७०८-७२८) वैद्यक आणि ज्योतिष या विषयांवरील कांहीं हिंदु ग्रंथांचें भाषांतर अरबींत झालें. त्यावेळीं ब्रह्मगुप्ताचा ब्रह्मसिद्धांत व खंडखाद्य यांचें भाषांतर झालें होतें. आणि निरनिराळ्या ज्योतिष सिद्धांतांच्या आधारें स्वतंत्र ग्रंथहि अरबींत झाले होते असें दिसतें (साचो भाग २, पा. ३१०-१३). अरबलोक ज्योतिषशास्त्र प्रथम हिंदु ज्योतिषांपासून शिकले, व मग त्यांस टॉलेमीच्या ग्रंथाची माहिती झाली. अलफझारी यानें मुसुलमान लोकांस हिंदु ज्योतिष्याचें प्रथम ज्ञान करून दिलें. खंडखाद्याचें भाषांतर बहुधा त्यानेंच केलें असावें. पुढें २०० वर्षांनीं अलबेरुणी हिंदुस्थानांत आला तेव्हां त्याजजवळ अल फझारी व त्याचे समकालीन याकूब बिन तारिक व अबू अल हसन यांचे हिंदू ज्योतिष्यांच्या साह्यानें केलेले अरबी ग्रंथ होते.

लल्लापासून द्वितीय आर्यभटापर्यंतचे ज्योतिषी.—लल्लानंतर पद्मनाभ नांवाचा एक बीजगणितग्रंथकार व श्रीधर आणि महावीर हे दोन व्यक्त गणितावर ग्रंथ लिहिणारे होऊन गेले. या तिघांपैकीं पहिल्याचा काळ शके ७०० हून व दुसऱ्याचा शके ७७५ हून अर्वाचीन नाहीं असें कै. दीक्षित म्हणतात. परंतु न्यायकंदली नामक ग्रंथाचा व काशी राजकीय पुस्तकालयांत त्रिशतिका नांवाचा ग्रंथ आहे त्याचा कर्ता, हाच महावीरोल्लिखित व कोलब्रूकोल्लिखित श्रीधर आहे असें ठरवून शक ९१३ हा त्याचा काळ असल्याचें सुधाकर द्विवेदी प्रतिपादन करतात. तिसरा गणितग्रंथकार महावीर हा शके ७७५ च्या सुमारास राष्ट्रकूटवंशी पहिला अमोघवर्ष याच्या राज्यांत होता असें दिसतें. यानंतर सुमारें पाव शतकानें वृहन्मानसकरण नांवाचा ग्रंथ झाला. त्याचा कर्ता कोणी मनु नांवाचा ज्योतिषी आहे. त्यावर उत्पलकृत टीका आहे आणि त्याचा संक्षेप करून मुंजालानें लघुमानस केलें, असें अलबेरुणी म्हणतो. याच सुमारास बलभद्र नामक एक ज्योतिषग्रंथकार होऊन गेला. तो बहुधा कनोज स्थानेश्वरकडील राहणारा असावा. त्याचा ग्रहगणितावर एक स्वतंत्र ग्रंथ असावा, असें बृहत्संहिताटीकेंत बलभद्राच्या नांवावर कांहीं श्लोक व आर्या आहेत त्यांवरून दिसतें. या गोष्टीस अलबेरुणीच्या लिहिण्यावरूनहि पुष्टि मिळते. अलबेरुणी म्हणतो कीं, गणित, संहिता आणि जातक यांजवर बलभद्राचा एक एक ग्रंथ होता, व खंडखाद्य आणि बृहज्जातक यांजवर त्याच्या टीका होत्या. ब्रह्मसिद्धांतावरहि बलभद्राची टीका होती असें अलबेरुणीनें दिलेल्या उताऱ्यावरून दिसतें. पृथूदकानें जीं बलभद्राचीं कांहीं वाक्यें दिलीं आहेत तीं या ब्रह्मसिद्धांतावरील टीकेंतूनच घेतलीं असावीं. काश्मीरनिवासी कोणी वित्तेश्वर (वटेश्वर ?) नामक ज्योतिष्यानें शके ८२१ च्या सुमारास लिहिलेल्या एका करणसार ग्रंथाचें अरबी भाषांतर अलबेरुणजवळ होतें (साचोचें इंडिकाचें भाषांतर, भाग २, पा. ५५). त्यांतली त्यानें मध्यम मेषींची तिथि (तिथिशुद्धि) अंशात्मक काढण्याची रीति दिली आहे. या पुढचा ज्योतिषग्रंथ म्हणजे शके ८५४ मध्यें झालेला मुंजालकृत लघुमानस होय. मुंजालानें मनुकृत वृहन्मानसाचा संक्षेप करून लघुमानस केलें असल्याचें अलबेरुणी म्हणतो; पण लघुमानसांतील आरंभीच्या वचनांवरून मुंजालानें दुसरें एक मानसकरण केलें होतें असें दिसतें, व त्यावरून वृहन्मानसाचा कर्ताहि मुंजालच होता कीं काय अशी शंका येते. मुंजाल हा दाक्षिणात्य होता. अयनगतीचा स्पष्ट उल्लेख मुंजालाच्या पूर्वीं कोणत्याहि उपलब्ध पौरुष ग्रंथांत नाहीं. त्यानें शून्यायनांशवर्ष शकगत ४४४ हें धरलेलें असून अयनगति एक कला दिली आहे. मुंजालानें स्पष्ट चंद्रास इतर ग्रंथांत नसणारा एक विशिष्ट संस्कार सांगितला आहे. त्यावरून तो एक विलक्षण शोधक व कल्पक होता असें दिसतें. लघुमानसकरण शक १५०० पर्यंत कोठें कोठें प्रचारांत होतें.

द्वितीय आर्यभट.—मुंजालानंतर शके ८७५ च्या सुमारास दुसरा आर्यभट झाला. बेंटलीनें आपली रीति लावून दुसरा आर्यभट शके १२१० च्या सुमारास झाला असें अनुमान

केलें आहे; परंतु तें बरोबर नाहीं. कारण ह्या आर्यभटाच्या सिद्धांतांतील दृकाणोदय (१० अंशांच्या) लग्नमानांचा भास्कराचार्यांच्या सिद्धांतशिरोमणींत उल्लेख असल्यामुळें तो शके १०७२ हून अर्वाचीन नाहीं. परंतु आर्यभटानें स्वतःच आपल्या ग्रंथांत म्हटल्याप्रमाणें त्याचा सिद्धांत कलियुगारंभानंतर थोड्याच वर्षांनींहि झाला नाहीं. कारण त्यानें आपल्या सिद्धांतांत ब्रह्मगुप्तानें पहिल्या आर्यभटास दिलेलीं दूषणें सुधारण्याचा प्रयत्न केलेला दिसत आहे. दुसऱ्या आर्य सिद्धांतावरून येणारे अयनांश व त्याच्या स्पष्टमेषसंक्रमणकालीं त्या अयनांशांइतका सायन रवि, हीं दोन्ही समान येण्याचा काल सुमारें शक ९०० येतो.

पहिल्या आर्यभटाच्या ग्रंथांत युगारंभापासून गणित असून त्या वेळीं मध्यम ग्रह मात्र एकत्र येतात, स्पष्ट एकत्र येत नाहींत; परंतु ह्या आर्यभटाच्या ग्रंथाप्रमाणें सृष्ट्यारंभीं स्पष्ट ग्रह एकत्र येतात, युगारंभीं मात्र ते एकत्र येत नाहींत. त्यानें सृष्ट्युत्पत्तीस ३०,२४,००० वर्षें लागलीं असें मानिलें असून भगणादि मानें कल्पांतील दिलीं आहेत. याच्या ग्रंथांत पाटीगणिताखेरीज सर्व ठिकाणीं अक्षरसंज्ञाच योजिल्या आहेत. तथापि त्या पहिल्या आर्यभटाहून भिन्न असून त्या योजतांना त्यानें पहिल्या आर्यभटाप्रमाणें ‘ अंकानां वामतो गतिः ’ हा नियम पाळलेला नाहीं. याचें वर्षमान बीजसंस्कृत ब्रह्मतुल्य वर्षमानाच्या जवळ जवळ आहे. पाराशर्य मत देतों असें म्हणून त्यानें भगणादि मानें दिलीं आहेत; परंतु पाराशर सिद्धांताच्या मानांत व त्याच्या मानांत फारच थोडें सादृश्य आहे. यावरून पाराशरसिद्धांत स्वतंत्र असावा असें दिसतें. यानें अयनांश काढण्याची रीति दिली आहे, तिजवरून अयनगति सर्वदा सारखी येत नाहीं. परंतु अयनगति सर्वदा सारखीच असते असें म्हटलें तरी चालेल. यानें सप्तर्षींस गति मानून यांचें कल्पभगण दिले आहेत; परंतु वस्तुतः सप्तर्षींसहि गति आहे असें म्हणतां येत नाहीं.

पृथूदकस्वामी.—ब्रह्मगुप्ताच्या ब्रह्मसिद्धांतावरील टीकाकार पृथूदकस्वामी याचें नांव अलबेरुणीस ठाऊक होतें, परंतु त्याच्या ग्रंथांचीं नांवें मात्र त्यास समजलीं नव्हतीं. यावरून पृथुस्वामीचे टीकाग्रंथ अलबेरुणीच्या वेळीं निदान सिंधप्रांतांत—म्हणजे जेथें अलबेरुणी बरेच दिवस राहिला होता तेथें—तरी प्रसिद्ध नसले पाहिजे. कुसुमपुरचा आर्यभट यांच्या ग्रंथांतला म्हणून, पृथुस्वामीच्या नांवाचा उल्लेख असलेला एक उतारा अलबेरुणीनें दिला आहे. परंतु दोघा आर्यभटांपैकीं कोणाच्याहि ग्रंथांत पृथुस्वामीचें नांव नाहीं. यावरून हा उतारा आर्यभट ग्रंथाच्या टीकेंतला दिसतो. टीकेंतला मजकूर मूळ ग्रंथांतला अशी अलबेरुणीची समजूत इतर स्थळींहि झालेली दिसते. अर्थात् अलबेरुणीच्या पूर्वीचा हा टीकाग्रंथ व त्याच्या पूर्वींचा पृथुस्वामी असला पाहिजे. यावरून त्याचा काळ सुमारें शके ८५० पासून ९०० पर्यंत असावा.

भटोत्पल.—भटोत्पल नामक प्रसिद्ध टीकाकार शके ८८८ च्या सुमारास झाला. वराहमिहिराच्या ग्रंथांपैकीं यात्रा, बृहज्जातक, लघुजातक आणि बृहत्संहिता यांवरील त्याच्या टीका या प्रांतीं आहेत. ब्रह्मगुप्ताच्या खंडखाद्यावरहि त्यानें टीका लिहिली आहे. ही टीका काश्मिरांत फार प्रसिद्ध होती असें खंडखाद्यावरील दुसऱ्या एका टीकेवरून व पंचांगकौतुकावरून दिसतें. यावरून भटोत्पल हा काश्मिरचाच राहणारा असावा असें अनुमान होतें; व खंडखाद्यटीकाकार वरुणहि तसेंच म्हणतो. वराहमिहिराचा पुत्र पृथुयश याच्या षट्पंचाशिका नामक जातकग्रंथावर उत्पलाची टीका आहे. त्याचा गणितस्कंधावरहि एखादा ग्रंथ असावा. प्रश्नज्ञान नांवाचा ७२ आर्यांचा एक प्रश्नग्रंथ उत्पलानें केला आहे. बृहन्मानस ग्रंथावरील टीका, राहुन्नाकरण, करणपात, व भूधर असे आणखी चार ग्रंथ भटोत्पलाचे म्हणून अलबेरुणीनें दिले आहेत. यांपैकीं शेवटचीं तीन नांवें चमत्कारिक दिसतात; व एकाच ज्योतिष्याचे दोन करणग्रंथ असणेंहि संभवनीय दिसत नाहीं. यावरून अलबेरुणीची त्यांसंबंधीं कांहीं तरी चूक किंवा गैरसमज झालेला दिसतो.

उत्पलाचें प्राचीन ग्रंथांचें वाचन फारच दांडगें होतें असें बृहत्संहितटीकेवरून दिसतें. संहिताशाखेवरील विविध विषयांचें ज्ञान आपल्या देशांत प्राचीन काळीं कसें होतें आणि तें कसें वाढत गेलें याचा इतिहास समजण्यास बृहत्संहितेवरील उत्पलटीका हें चांगलें साधन आहे.

या सुमाराचे आणखी कांहीं ज्योतिषी व ज्योतिष ग्रंथ.—शके ८८८ च्याच सुमारास काशी येथें विजयनंदी नांवाचा दुसरा एक टीकाकार झाला असल्याचें अलबेरुणीच्या लिहिण्यावरून समजतें. याचा करणतिलक नांवाचा एक ग्रंथ होता त्यांत ग्रहलाघवासारखे सर्व विषय होते असें दिसतें. वराहमिहिरानें उल्लेखिलेला विजयनंदी ह्या विजयनंदीहून प्राचीन होय. शके ९००च्या सुमारास झालेल्या भानुरज नामक ज्या एका ज्योतिष्याचें नांव अलबेरुणीच्या ग्रंथांत आलें आहे तो, व खंडखाद्याच्या वरुणटीकेंत ज्या भानुभट्टाचे श्लोक घेतले आहेत तो, हे दोन्ही एकच असावेत. अलबेरुणीनें रसायनतंत्र व करणपरतिलक हे भानुरजाचे ग्रंथ सांगितले असून वरुणटीकेंतहि एका तंत्ररसायन ग्रंथांतले श्लोक घेतले आहेत. याशिवाय करणचूडामणि, लोकानंदकृत लोकानंदकरण, भट्टिलकृत भट्टिलकरण हे आणखी कांहीं करणग्रंथ आहेत असें सांगून शेवटीं अलबेरुणी म्हणतो कीं, अशा प्रकारचे हिंदुस्थानांत असंख्य ग्रंथ आहेत [साचोकृत इंडिकाचें भाषांतर भाग १ पा. १५७].

अलबेरुणी. शके ९५३च्या सुमारास गझनीच्या महंमुदाबरोबर हिंदुस्थानांत आलेल्या अलबेरुणी नामक मुसुलमान पंडितानें अरबी भाषेंत इंडिका नांवाचा ग्रंथ लिहिला होता.

त्यांत भरतखंडांतल्या अनेक शास्त्रादिकांचें वर्णन आहे. अलबेरुणी हा स्वतः संस्कृतज्ञ असून ज्योतिषशास्त्रावर त्याचा फार भर होता. त्यानें कांहीं संस्कृत ग्रंथांचें अरबींत भाषांतरहि केलेलें होतें. वराहमिहिराची बृहत्संहिता व लघुजातक, आणि ब्रह्मगुप्ताचा ब्रह्मगुप्त सिद्धांत व खंडखाद्य या ग्रंथांचें भाषांतर अलबेरुणीनें केलें असून त्याजवळ पुलिष सिद्धांताचें सटीक पुस्तक होतें त्याचें तो भाषांतर करीत होता. ब्रह्मगुप्तसिद्धांत व खंडखाद्य यांचें पुन्हां भाषांतर करण्याचें कारण पूर्वीचें भाषांतर चांगलें नव्हतें असें तो म्हणतो. अलबेरुणीच्या इंडिका ग्रंथाचें इंग्रजी भाषांतर बर्लिन येथील प्रो. एडवर्ड डी साचो यानें केलें असून ह्या भाषांतराच्या दुसऱ्या भागांत पान ३०३ व ३०५ वर उपर्युक्त भाषांतरित ग्रंथांसंबंधीं माहिती आहे. आर्यभटीय ग्रंथाचा कांहीं तरी भाग व त्याचें अरबी भाषांतरहि अलबेरुणीपाशीं होतें असें दिसतें. (इंडिका भाषांतर, भाग१, पा. २४६ व आर्यभटीय चतुर्थ पाद आर्या ११ पहा).

श्रीपति व वरुण.—यानंतर शके ९६१ च्या सुमारास श्रीपति नामक ज्योतिषी होऊन गेला. श्रीपति हा आर्यपक्षाचा अभिमानी दिसतो. त्याचे सिद्धांतशेखर आणि धीकोटिदकरण असे दोन ज्योतिषगणितग्रंथ आहेत, रत्नमाला म्हणून मुहूर्तग्रंथ आहे आणि जातकपद्धति म्हणून जातक ग्रंथ आहे. याचे पाटीगणित आणि बीजगणित यांवरहि ग्रंथ होते असें मुनीश्वरकृत लीलावती टकेंत त्याच्या ग्रंथांतले उतारे आहेत, त्यांवरून दिसतें. उताऱ्यांत एके ठिकाणीं (लीलावती टीका १०।२५) ज्याखंडांवांचून केवळ चापावरूनच ज्यासाधन सांगितलें आहे. भास्कराचार्यांनें 'ज्याचापावांचून' द्युतिसाधन केलें आहे व गणेशदैवज्ञानें ग्रहलाघवांत ज्याचापावांचून सर्व गणित साधलें आहे, तें श्रीपतीच्या रीतीवरूनच त्यास सुचलें असावें असें सुधाकर द्विवेदी म्हणतात. वर सांगितलेल्या ग्रंथांशिवाय रत्नावलि व रत्नसार हे दोन मुहूर्तग्रंथ श्रीपतीचे म्हणून सुधाकरांनीं दिले आहेत. धीकोटिदकरणाच्या सांप्रत उपलब्ध असलेल्या चंद्रसूर्यग्रहणाच्या प्रकरणांवर एक लहानशी टीका आहे, तिजवरून शके १५९३ पावेतों तें करण कांहीं प्रांतांत प्रचारांत असावें असें दिसतें. रत्नमाला व जातकपद्धति या ग्रंथांवर महादेवी नांवाची एक टीका आहे.

वरुण नामक ब्रह्मगुप्ताच्या खंडखाद्यावरील टीकाकार श्रीपतीचा समकालीनच होता. त्याच्या टीकेच्या उदाहरणांत मुख्य शक ९६२ आहे. तो काश्मिराजवळच्या उरशा देशांतील राहणारा होता असा टीकेंत उल्लेख आहे.

राजमृगांक व करणकमलमार्तंड.—राजमृगांक नांवाचा करणग्रंथ शके ९६४ मध्यें तयार झाला असून तो भोजराजानें स्वतः केला असावा. तो ब्रह्मसिद्धांतांतील ग्रहांस बीजसंस्कार देऊन केलेला दिसतो. सांप्रत हा ग्रंथ कोठें प्रचारांत नाहीं; तथापि शके १४४५ पर्यंत राजमृगांकावरून स्पष्टग्रह करीत असावे असें दिसतें. यांत आयनांशसाधन 'शकः पंचाब्धिवेदो (४४५) नः षष्टि (६०)भक्तोधनांशकाः' असें दिलें आहे. राजमृगांकाप्रमाणें करणकमलमार्तंड हा करणग्रंथहि वलभदेशांतील दशबलनामक एका राजानें केला असल्याचें त्यांत म्हटलें असून त्यामध्यें शके ९८० हें आरंभवर्ष आहे. हा ग्रंथ बीज संस्कृत ब्रह्मसिद्धांततुल्य आहे. यांत बीजसंस्कार निराळा न सांगतां तो हिशेबांत घेऊनच गती दिल्या आहेत. करणकमलमार्तंडकारानें आपल्या करण ग्रंथांत सोयींच्या दृष्टीनें एक अत्यंत महत्त्वाची सुधारणा केली ती ही कीं, त्यानें पूर्वीच्या ग्रंथांतल्याप्रमाणें मध्यमग्रहसाधन अहर्गणावरून न करतां —म्हणजे करणापासून गेलेल्या वर्षसंख्येस सुमारें ३६६ या संख्येनें गुणून येणारी जी दिवससंख्या तिजवरून दिनगति व मध्यमग्रह काढण्याची अत्यंत जिकीरीची रीत न देतां—ग्रहसाधन वर्षगणावरून केलें आहे; इतकेंच नाहीं, तर वर्षगणास गतींनीं गुणण्याचे परिश्रम वांचावे म्हणून कोष्टकेंहि तयार करून दिलीं आहेत. या ग्रंथांत मध्यममेषापासून मध्यमग्रहसाधन केलें असून, शके ४४४ मध्यें अयनांश शून्य मानून अयनगति वर्षास एक कला सांगितली आहे.

आर्यपक्षाचा उपलब्ध असलेला पहिला स्वतंत्र ग्रंथ, करणप्रकाश.—करणप्रकाश या करणग्रंथाचें आरंभवर्ष शके १०१४ हें आहे. तो ब्रह्मदेव नामक ज्योतिष्यानें (पहिल्या) आर्यभटाच्या ग्रंथास अनुसरून केला असल्याचें त्यांत म्हटलें आहे; तथापि प्रथमार्यभटसिद्धांतावरून येणाऱ्या ग्रहगतिस्थितीस लल्लोक्त बीजसंस्कार द्यावा तेव्हां यांतील गतिस्थिति मिळते. यांत अहर्गणावरून मध्यम ग्रहसाधन केलें आहे, शके ४४५ मध्यें अयनांश शून्य मानले आहेत व अयनगति वर्षास एक कला मानली आहे.

शके १०१४ पूर्वीचा आर्यपक्षाचा स्वतंत्र ग्रंथ उपलब्ध नसल्यामुळें शक १००० पासून किंवा कदाचित् लल्लापासून—आर्य, ब्राह्म व सौर हे तीन पक्ष भिन्न होऊन त्यांचे अनुयायी आपल्या पक्षाचा अभिमान बाळगणारे झाले असतील असें कै. शं. बा. दीक्षित यांचें अनुमान आहे. करणप्रकाश ग्रंथ आर्यपक्षाचा असून तो दाक्षिणेकडे अद्यापि कांहीं प्रचारांत असावा असें वाटतें.

एकादशीचीं दोन उपोषणें.—तथापि करणप्रकाशावरून सर्व तिथी केलेल्या असें पंचांग सांप्रत कोठें चालत असेल असें वाटत नाहीं. एकादशीचें उपोषण, भागवत लोक दशमी पूर्वदिवशीं ५६ घटिका किंवा जास्त असली तर एकादशीच्या दुसरे दिवशीं करतात. दशमी किती घटिका आहे हें काढण्याच्या संबंधानें सोलापूर, कर्नाटक व बहुतेक दाक्षिण येथील वैष्णवसंप्रदायी लोक आर्यपक्षाप्रमाणें चालतात. परंतु ग्रहलाघवी पंचांगापेक्षां आर्यपक्षाची तिथि दोन घटिका जास्त असावयाची हें स्थूलमानानें ठरल्यासारखेंच धरून महाराष्ट्र प्रांतांतले लोक ग्रहलाघवी पंचांगांत दशमी ५४ घटिका असली म्हणजे आर्यपक्षाकरितां ती ५६ घटिका समजून पुढील

एकादशी दशमीविद्ध समजतात. ग्रहलाघवांत आर्यपक्षाचे जे ग्रह घेतले आहेत ते करणप्रकाशावरूनच घेतले आहेत.

भास्वतीकरण व ग्रहांची गतिस्थिति राश्यात्मक देण्याचा उपक्रम.—भास्वतीकरण ह्या करणग्रंथाचें आरंभवर्ष शके १०२१ असून तो जगन्नाथपुरी येथील शतानंद नामक ज्योतिष्यानें केलेला आहे. यानें इतरांप्रमाणें उज्जयिनीचे क्षेपक न देतां आपल्या गांवचेच क्षेपक देण्याची नवीन पण सोयीची पद्धति स्वीकारिली आहे. ग्रह, मूलसूर्यसिद्धांतास वराहमिहिरोक्त बीजसंस्कार देऊन सांगितले आहेत. मध्यमग्रहसाधन वर्षगणावरून असून आरंभ स्पष्ट मेषसंक्रमणापासून आहे, हा या ग्रंथांतील विशेष आहे. रविचंद्रांची गतिस्थिति नक्षत्रात्मक आणि भौमादि ग्रहांची राश्यात्मक दिली असून क्षेपक व ग्रहगतींचे गुणकभाजक शतांशपद्धतीनें—म्हणजे नक्षत्रांच्या किंवा राशींच्या संख्येची १०० पट करून—सांगितले आहेत. ही पद्धति कांहींशी सांप्रतच्या दशांश पद्धतीप्रमाणें दिसते. अयनगति वर्षास एक कलाच मानिली आहे. पण शून्य अयनांश शके ४५० त धरले आहेत. भास्वतीकरणावरील सांप्रत उपलब्ध असलेली सर्वांत जुनी टीका अनिरुद्धाची शके १४१७ ची असून, शिवाय माधवाची टीका, गंगाधरकृत टीका, बलभद्राची टीका, भास्वतीकरणपद्धति, तत्त्वप्रकाशिका, भास्वतीचक्ररश्म्युदाहरण, शतानंदकृत उदाहरण, वृंदावनकृत उदाहरण, अच्युतभट्ट, गोपाल, चक्रविप्रदास, रामेश्वर व सदानंद यांच्या टीका आणि वनमालिकृत प्राकृत टीका अशा अनेक टीका आहेत. यांतले बहुतेक टीकाकार उत्तरहिंदुस्थानांतले आहेत.

करणोत्तम नांवाच्या करणग्रंथाचा उल्लेख महादेवकृत श्रीपतीरत्नमालाटीकेंत पुष्कळ वेळां आला आहे. तो शके १०३८ या वर्षीचा असून त्यांत शके ४३८ मध्यें अयनांश शून्य मानले होते. हा ग्रंथ आर्यपक्षाचा असावा. शके १४४५ मध्यें तो प्रचारांत असावा असें ताजकसाराच्या शकावरून दिसतें. सांप्रत तो कोठें प्रचारांत असल्याचें ऐकण्यांत नाहीं. करणोत्तम रचला गेला त्याच सुमारास शेखर, लघुजातकटीका, प्रतिष्ठाविधिदीपक व वृत्तशत हे प्रसिद्ध ज्योतिषी सिद्धांतशिरोमणीकार भास्कराचार्य याच्या पित्याचे ग्रंथ प्रसिद्ध झाले. यांतील पहिले तीन ग्रंथ भास्कराचार्यांचा नातू अनंतदेव यानें, आपला पणजा महेश्वर यानें रचले असल्याचें एका शिलालेखांत म्हटलें आहे उत्तरचालुक्य वंशांतील राजा तिसरा सोमेश्वर यानें अभिलषितार्थ चिंतामणि किंवा मानसोल्लास नांवाचा एक ग्रंथ केला असून त्यांतील ज्योतिषविषयामध्यें ग्रहसाधनार्थ शके १०५१ हा आरंभकाल घेतला आहे. भास्कराचार्यापूर्वीचे, त्याच्या ग्रंथांत उल्लेखमात्रानें अवशेष असलेले, दुसरे ग्रंथ व ग्रंथकार म्हटले म्हणजे माधवकृत सिद्धांतचूडामणि आणि ब्रह्मा व विष्णुदैवज्ञ हे बीजगणितग्रंथकार होत. यांतील ब्रह्मा हा कदाचित् करणप्रकाशकार ब्रह्मा असेल.

भास्कराचार्य त्याचें स्थळ व काळ.—हा एक मोठा नामांकित ज्योतिषी होऊन गेला. त्याचे सिद्धांतशिरोमणि आणि करणकुतूहल असे दोन ज्योतिष गणितग्रंथ आहेत, व सिद्धांतशिरोमणीच्या ग्रहगणित आणि गोल या दोन अध्यायांवर त्याची स्वतःचीच वासनाभाष्यटीका आहे. भास्करव्यवहार नामक मुहूर्तग्रंथहि भास्कराचार्याचाच असावा, व विवाहपटल नांवाचा आणखीहि एक ग्रंथ त्यानें केला असावा. या पांच ग्रंथांपैकीं पहिला ग्रंथ त्यानें शके १०७२ त आपल्या ३६ व्या वर्षी केला; व दुसरा ग्रंथ लिहिला तेव्हां त्याचें वय ६९ वर्षांचें होतें. याच सुमारास त्यानें टीकेचाहि कांहीं भाग रचला असें दिसतें. सह्य पर्वतासन्निध असणारें विज्जलवीड हें आपलें राहण्याचें ठिकाण आहे असें भास्कराचार्य म्हणतो. हें विज्जलवीड म्हणजे अहमदनगरच्या पूर्वेस ४० कोसांवर मोगलाईत असलेलें बीडहि नव्हे, किंवा शके १५०९ त अकबराच्या हुकमावरून भास्कराचार्याच्या लीलावतीचें पर्शियनमध्यें भाषांतर झालें त्यांत म्हटलेलें सोलापूरच्या पूर्वेस ५० कोसांवर मोगलाईत असलेलें बेदरहि नव्हे. कारण हीं दोन्हीहि गांवें सह्याद्रिपर्वतापासून फार दूर आहेत. विज्जलवीड हें बहुधा खानदेशांत चाळिसगांवच्या नैर्ऋत्येस १० मैलांवर असलेल्या पाटण नामक खेड्याच्या आसपासच कोठें तरी असावें असा तेथील शिलालेखांवरून तर्क होतो.

सिद्धांतशिरोमणीचें स्वरूप.—सिद्धांतशिरोमणि हा भास्कराचार्याचा सुप्रसिद्ध ग्रंथ आहे. त्याचा पहिला खंड पाटीगणित किंवा लीलावती हा अंकगणित व महत्त्वमापन यांवर एक स्वतंत्र ग्रंथच आहे असें म्हटलें तरी चालेल. यांत एक उदाहरण विशेष महत्त्वाचें आलें आहे. तें असें; ' नऊ हात स्तंभावर एक मोर बसला होता. त्यानें स्तंभाच्या मूळापासून २७ हातांवर एक सर्प स्तंभाच्या मुळाशीं असणाऱ्या बिळाकडे येतांना पाहिला. त्यास धरण्यास तो उडाला. दोघांची गति समान झाली. तर स्तंभापासून किती अंतरावर गांठ पडली? " याचें उत्तर स्तंभापासून बारा हातांवर असें लिहिलें आहे. मोराचें गमन काटकोन त्रिकोणाच्या कर्णरेषेनें म्हणजे सरळ रेषेनें १५ हात झालें असें समजून हें उत्तर येतें. तथापि मोराचा गमनमार्ग ही वर्तुलपरिघाहून निराळ्या प्रकारची एक वक्ररेषा होते अशा प्रकारचा महत्त्वाचा गणितविचार इतर संस्कृत ग्रंथांत आला नाहीं, तो भास्कराचार्याच्या मनांत आला होता. लीलावती शिकून झाडांचीं पानें मोजतां येतात इत्यादि समजुती व्यर्थ आहेत. त्यांवरून ग्रंथाविषयीं पूज्यबुद्धि मात्र दिसून येते. दुसरा खंड बीजगणित. यांत एकवर्णसमीकरण, अनेकवर्णसमीकरण, एकानेकवर्णवर्गादि समीकरणें इत्यादि विषय आले आहेत. गणिताध्याय व गोलाध्याय यांत ज्योतिषशास्त्र आहे. यांपैकीं पहिल्यांत ग्रहगणित विषय आला असून, दुसऱ्यांत ग्रहगणिताध्यायांतील सर्व

विषयांची उपपत्ति, त्रैलोक्यसंख्यावर्णन, यंत्राध्याय इत्यादि विषय आहेत.

त्याचें उपपत्तिविवेचनकौशल्य.—भास्कराचार्यानें मध्यमाधिकारांतील सर्व मानें आणि स्पष्टाधिकारांतील परिघ्यंश इत्यादि सर्व गोष्टी ब्रह्मसिद्धांतांतल्याच घेतल्या आहेत. मध्यम ग्रहास बीजसंस्कार राजमृगांक ग्रंथावरून अक्षरशः घेतला आहे. अयनगतीहि पूर्वींच्या ग्रंथांतीलच घेतली आहे. सारांश, वेधानें साध्य अशा गोष्टींसंबंधीं भास्कराचार्यांच्या सिद्धांतांत नवीन असें कांहीं नाहीं. यानें आपलें बुद्धिसर्वस्व उपपत्तीकडे खर्चिलें आहे. अहर्गणावरून ग्रहसाधन ह्या यःकश्चित् गोष्टीपासून तों लंबन, ज्योत्पत्ति,इत्यादि गहन विषयांपर्यंत प्रत्येकाच्या निरनिराळ्या सुलभ रीती आणि त्यांची उपपत्ति, इत्यादिकांच्या योगानें सिद्धांतशिरोमणि हा इतका उत्कृष्ट ग्रंथ झाला आहे कीं, तो एकच वाचल्यानें भारतवर्षीय ज्योतिःशास्त्राचें सर्वस्व आपणांस यथार्थ कळेल. पहिल्या आर्यभटापासून भास्कराचार्यांपर्यंतचा काल म्हटला म्हणजे भारतीय ज्योतिःशास्त्रासंबंधीं पूर्ण भराचा होय. बगदादच्या खलिफांच्या भरभराटींत त्यांनीं हिंदुस्थानांतून ज्योतिषी नेले, हिंदूंच्या ग्रंथांचीं अरबींत व लॅटिन भाषेत भाषांतरें झालीं आणि अरब लोक व ग्रीक लोक ज्योतिषांत हिंदूंचे शिष्य झाले ते याच कालामध्यें. याच कालामध्यें अयनगतीचाहि पूर्ण विचार झाला.

त्याची संशोधकता.—भास्कराचार्यांसारख्या कल्पकाच्या हातून यूरोपांत अर्वाचीन कालीं महत्त्वाचे शोध झाले तसे न लागण्याचें कारण त्यानें वेधासंबंधीं कांहींच प्रयत्न केला नाहीं हें होय. असा प्रयत्न त्याच्या हातून झाला असता तर उपपत्तिविवेचन या केवळ टीकाकाराच्या कामाकडे जें त्यानें बुद्धिसर्वस्व खर्च झालें आहे त्याचा ओघ निःसंशय नवीन शोधांकडे वळला असता. इष्टदिक् छायासाधन व पातसाधन या दोन गोष्टींसंबंधीं भास्कराचार्यांच्या ग्रंथांत नवीन माहिती असून, शरासंबंधीं पूर्वींच्या ग्रंथकारांची चुकीची समजूत खोडून तो क्रांतिवृत्तावर लंब असतो असें त्यानें स्पष्ट दाखवून दिलें आहे. उदयांतर हा एक याचा नवीन शोध आहे. इष्टकालीं मध्यमरवि व स्पष्टरवि यांमध्यें जें अंतर, म्हणजे भुजांतर नामक फलसंस्कार, त्या मानानें स्पष्टोदय मागेंपुढें होतो हा संस्कार पूर्वग्रंथकारांनीं सांगितला आहे. परंतु पृथ्वी आंसाभोंवतीं फिरते ती विषुववृत्तांत फिरते, क्रांतिवृत्तांत फिरत नाहीं. यामुळें क्रांतिवृत्ताचे ३० अंश क्षितिजावर येण्यास जो वेळ लागतो तितकाच नेहमीं विषुववृत्ताचे ३० अंश येण्यास लागतो असें नाहीं. यासंबंधीं संस्कारास उदयांतर हें नांव भास्कराचार्यानें दिलें आहे, व तो पाहिजे हें उघड आहे. उदयांतराखेरीज आणखीहि किरकोळ गोष्टी सिद्धांतशिरोमणींत नवीन आहेत. त्यांत दोनतीन स्थळीं ब्रह्मगुप्ताची चुकी दाखविली आहे.

त्याचा करणकुतूहल ग्रंथ.—करणकुतूहल नांवाचा जो भास्कराचार्यांचा दुसरा ग्रंथ आहे त्यांत अहर्गणावरून मध्यमग्रहसाधन केलें आहे. भास्कराचार्य या ग्रंथास ब्रह्मतुल्य म्हणतो. परंतु तो राजमृगांकोक्त बीजसंस्कृतब्रह्मतुल्य आहे. ग्रहलाघवकारानें ब्रह्मपक्षाचे जे ग्रह घेतले आहेत ते याच ग्रंथावरून. या ग्रंथानुसार ग्रहसाधन करण्याचा जगच्चंद्रिकासारणी म्हणून एक मोठा सारणीग्रंथ आहे.

त्याच्या ग्रंथांवरील टीका.—भास्कराचार्यांच्या ग्रंथांवर जितक्या टीका आहेत, तितक्या दुसऱ्या कोणत्याहि ज्योतिषग्रंथावर नसतील. त्याच्या लीलावतीवर गणितामृतसागरी किंवा अंकामृतसागरी, बुद्धिविलासिनी, धनेश्वरदैवज्ञाची लीलावतीभूषणटीका, महीदास याची टीका, लीलावतीविवृत्ति व लीलावतीविवरण, इतक्या टीका आहेत. यांशिवाय आफ्रेक्टसूचींत गणितामृतलहरी, पाटीगणितकौमुदी, मनोरंजना, रामचंद्रकृत लीलावतीभूषण, निसृष्टदूती, गणितामृतकूपिका व चंद्रशेखर, विश्वेश्वर, दामोदर, देवीसहाय, परशुराम, रामदत्त, लक्ष्मीनाथ, वृंदावन व श्रीधर-मैथिल यांच्या टीका सांगितल्या आहेत. बीजगणितावर बीजनवांकुर उर्फ बीजपल्लव किंवा कल्पलतावतार, बीजप्रबोध, बीजविवृत्तिकल्पलता आणि कृपारामकृत उदाहरण एवढ्या टीका आहेत. गणिताध्याय व गोलाध्याय यांजवर ग्रहलाघवकार गणेशदैवज्ञ याची एक टीका असून शिवाय शिरोमणिप्रकाश, वासनाकल्पलता अथवा वासनावार्तिक, मरीचि व सिद्धांतसूर्योदय अशा दुसऱ्या टीका आहेत. सबंध सिद्धांतशिरोमणीवरहि सूर्यप्रकाश,सिद्धांतदीपिका,व मितभाषिणी अशा तीन टीका असून शिवाय आफ्रेक्टसूचींत गणिततत्त्वचिंतामणि, विश्वनाथी उदाहरण व राजगिरिप्रवासी, चक्रचूडामणि जयलक्ष्मण किंवा जयलक्ष्मी, महेश्वर, मोहनदास, लक्ष्मीनाथ, वाचस्पतिमिश्र व हरिहर यांच्या टीका सांगितल्या आहेत. यांतल्या बहुतेक शेवटल्या दोन अध्यायांवर असाव्या. करणकुतूहलावर सोढल नार्मदात्मज पद्मनाभ व शंकरकवि यांच्या टीका असून शिवाय आफ्रेक्टसूचींत केशवार्ककृत ब्रह्मतुल्य गणितसार, हर्षगणिकृत गणककुमुदकौमुदी, विश्वनाथी उदाहरण आणि एकनाथकृत टीका हीं आणखी नांवें आहेत.

त्याच्या ग्रंथांचीं भाषांतरें.—शके १५०९ मध्यें लीलावतीचें व १५९७ त बीजाचें पर्शियनमध्यें भाषांतर झालें. इ. स. १८१७ मध्यें कोलब्रूकनें लीलावती व बीजगणित या दोहोंचेंहि इंग्रजी भाषांतर करून छापलें. इ. स १८६१ मध्यें बिब्लिओथिका इंडिकामध्यें पंडित बापूदेव यांनीं केलेलें गोलाध्यायाचें इंग्रजी भाषांतर छापलें आहे.

ग्रहलाघवींपूर्वाचे दुसरे ग्रंथ व ग्रंथकार.—भास्कराचार्यांच्या पुतण्याचा मुलगा अनंतदेव यानें दोन टीकाग्रंथ लिहिले असल्याचा खानदेशांतील शके ११४४ च्या एका शिलालेखांत उल्लेख आहे.

पुढें शके ११६५ च्या सुमारास विवाहवृंदावनकार केशव झाला. विवाहवृंदावनांतील 'त्रिभागशेषे ध्रुवनाम्नि' इत्यादि श्लोकांच्या टीकेंत गणेशदैवज्ञ ग्रंथनिर्माणकालीं १२ अयनांश होते म्हणून जें म्हणतो, त्यावरून आपणांस विवाहवृंदावनाचा काल ठरवितां येतो. केशव याचें स्थळ बहुधा नर्मदेच्या कांठीं भडोच येथें असावें. त्याचा करणकंठीरव नांवाचाहि एक ग्रंथ होता. विवाहवृंदावन ग्रंथावर कल्याणवर्मकृत टीका असल्याचें आफ्रेक्टसूचींत म्हटलें आहे.

श्रीपतिकृत रत्नमालेवरील शके ११८५ त झालेल्या महादेवी टीकेंत आदित्यप्रतापसिद्धांतांतील कांहीं वाक्यें आहेत.

शके १२२० मध्यें तैलंगणांतील वाविलाल कोच्चना नामक ज्योतिष्यानें वर्तमान सूर्यसिद्धांतावरून एक करणग्रंथ केला. हा ग्रंथ अद्यापि तैलंगणांत चालतो असें दिसतें. त्यावरून केलेल्या पंचांगास सिद्धांतचांद्रपंचांग असें म्हणतात.

यानंतर शक १२३८ च्या सुमारास गुजराथेंत ग्रहसिद्धि उर्फ महादेवीसारणी नामक दुसरा एक करणग्रंथ झाला. हा त्या प्रांतांत बराच काल प्रचारांत होता असें दिसतें. यांतील ग्रहगति राजमृगांकोक्त बीजसंस्कृतब्रह्मसिद्धांततुल्य आहे.

याचा कर्ता महादेव परशुराम हा गोदावरीजवळ रासिण येथें राहणारा होता असें गणकतरंगिणीवरून कळतें. परंतु महादेव हा मूळचा गुजराथी असून पुढें तो किंवा त्याचा कोणी पूर्वज महाराष्ट्र देशांत येऊन राहिला असें कै. दीक्षित यांचें मत आहे.

यानंतर शके १२७९ मध्यें दुसऱ्या एका वोपदेवपुत्र महादेवाचा कामधेनुकरण नांवाचा ग्रंथ झाला. हा ग्रंथ त्यानें ब्रह्मपक्ष व आर्यपक्ष यांस अनुसरून केला होता.

शके १३०० च्या सुमारास नार्मद नामक एक ज्योतिषी होऊन गेला. सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतावर टीका किंवा त्याच्या आधारें रचलेला कांहीं ग्रंथ नार्मदाचा असावा. नार्मदाचा पुत्र पद्मनाभ हाहि ज्योतिषी असून त्यानें यंत्ररत्नावलि म्हणून एक ग्रंथ केला आहे. पद्मनाभाचा पुत्र दामोदर याचाहि भटतुल्य म्हणून एक ग्रंथ आहे. शके १३३९ हें या ग्रंथाचें आरंभवर्ष आहे. यांतील क्षेपक मध्यममेष संक्रमण कालाचे आहेत. ते प्रथमार्यसिद्धांतास लल्लोक्त संस्कार देऊन मिळतात. मंदोच्चें आणि पात प्रथमार्यसिद्धांताप्रमाणें आहेत. यानें अयनगति ५४ विकला व अयनांश शून्य, शके ३४२ मध्यें मानले आहेत. आर्यपक्षाच्या प्रथमार्यसिद्धांत व करण प्रकाश या दोन्हीहि ग्रंथांत नक्षत्रभोग नाहींत. दामोदरानें हे दिले आहेत व इतर सर्व ग्रंथांहून ते कांहींसे भिन्न आहेत.

शके १३५६ मध्यें कृष्णावेणी व भीमरथी यांच्या मध्यें असलेल्या सगर नगरांत राहणाऱ्या गंगाधरचंद्रभट नामक ज्योतिष्यानें चांद्रमान नांवाचें एक तंत्र केलें. त्यांत चांद्रमासौघावरून मध्यम ग्रह केले आहेत.

मकरंद हा पंचांगसाधन फार सुलभ रीतीनें करतां येण्यासारखा सारणीग्रंथ काशी येथील मकरंद नांवाच्या ज्योतिष्यानें सूर्यसिद्धांतानुसार तयार केला. काशी येथें छापलेल्या पुस्तकांत ग्रंथारंभीं शक १४०० होता असें लिहिलें आहे. यावर मकरंदविवरण नांवाची शके १५४० च्या सुमारास झालेली दिवाकराची टीका आहे. सांप्रत उत्तरहिंदुस्थानांत काशी, ग्वाल्हेर वगैरे बऱ्याच प्रदेशांत या ग्रंथावरून पंचांगें करतात.

करणकुतूहल ग्रंथावरील शक १४८२ च्या एका टीकेवरून रामचंद्र नांवाच्या कोणीं ज्योतिष्यानें कल्पद्रुमकरण करून त्यांत करणकुतूहल ग्रंथास बीजसंस्कार सांगितला होता असें दिसतें.

लक्ष्मीदास वाचस्पतिमिश्राची सिद्धांतशिरोमणीचा गणिताध्याय व गोलाध्याय यांवरील गणिततत्त्वचिंतामणि नांवाची टीका शक १४२२ च्या सुमारास झाली.

यानंतर शक १४२५ मध्यें नागनाथपुत्र ज्ञानराज याचा सिद्धांतसुंदर ग्रंथ झाला. तो सूर्यसिद्धांतानुसारी असून एकंदरींत आपल्या नांवाप्रमाणेंच सुंदर दिसतो.

ग्रहलाघवकाराच्या पित्याची ग्रंथरचना व त्याचें वेधकौशल्य.—याच सुमारास ग्रहलाघवकार गणेशदैवज्ञ याचा पिता केशव हा ज्योतिषी झाला. त्याच्या बापाचें नांव कमलाकर असें होतें. हा कोंकणामध्यें जंजिरा संस्थानांत समुद्रतीरीं नंदिग्राम उर्फ नांदगांव म्हणून एक गांव आहे तेथील राहणारा होता. याचा ग्रहकौतुक नामक एक करणग्रंथ (शक १४१८ चा) असून त्यावर त्याच्या मुलाचीच टीका आहे. केशवानें बरेच ग्रंथ केले असून त्यांचीं नांवें गणेशदैवज्ञानें आपल्या मुहूर्ततत्त्वटीकेंत सांगितलीं आहेत. यांतील जातकपद्धति व ताजकपद्धति हे ग्रंथ सांप्रत प्रसिद्ध आहेत. हे ग्रंथ केशवानंतर लवकरच या देशांत पुष्कळ पसरले असें दिसून येतें.

केशवाचे गणितग्रंथ त्याच्या पुत्राच्या ग्रंथांमुळें मागें पडले तरी वेधाच्या बाबतींत केशवाची योग्यता फार मोठी आहे. यानें आपण घेतलेल्या वेधाची हकीकत जशी लिहून ठेविली आहे तशी दुसऱ्या कोणत्याहि भारतीय ज्योतिष्यानें लिहिली नाहीं. यानें आपल्या अनुभवास जसे ग्रह आले तदनुसार क्षेपक आणि वर्षगती ग्रहकौतुकांत दिल्या आहेत. पहिला आर्यभट, ब्रह्मगुप्त आणि भोजाच्या वेळचे ज्योतिषी यांशिवाय केशवासारखा दुसरा कोणी ज्योतिषी हिंदुस्थानांत झाला असेल असें वाटत नाहीं.

गणेशदैवज्ञ त्याचा काल व ग्रंथ.—हा मोठा नामांकित ज्योतिषी होऊन गेला. सांप्रत सर्व भरतखंडांत याचे ग्रहगणित ग्रंथ जितके विविध प्रदेशांत प्रवृत्त आहेत तितके दुसरे कोणाचे नाहींत. ग्रहलाघव हा याचा पहिलाच

ग्रंथ दिसतो. सांप्रत सर्व महाराष्ट्रांत, गुजराथेंत व कर्नाटकाच्या बऱ्याच भागांत यावरूनच गणित करतात. काशी, ग्वाल्हेर, इंदूर इत्यादि प्रांतांत दक्षिणी लोकांत हाच ग्रंथ चालतो; व इतर प्रांतांतहि हा बराच प्रचारांत आहे असें वाटतें. ग्रहलाघवांत ग्रहारंभवर्ष शके १४४२ आहे यावरून तो त्या सुमारास झालेला दिसतो. ग्रहलाघवाशिवाय गणेशाचे लघुतिथिचिंतामणि (शक १४४७), लीलावतीटीका (शक १४६७), विवाहवृंदावनटीका (शक १४७६ किंवा १५००), बृहत्तिथिचिंतामणि, सिद्धांतशिरोमणिटीका, मुहूर्ततत्त्वटीका, श्राद्धनिर्णय, छंदोर्णवटीका, तर्जनीयंत्र, कृष्णाष्टमीनिर्णय, लघूपायपात (पातसारणी), पर्वनिर्णय असे दुसरेहि बरेच ग्रंथ आहेत.

ग्रहलाघव त्याचे क्षेपक व त्यांतील कृतींची सुलभता.—ग्रहलाघवांत क्षेपक (ग्रंथारंभींची ग्रहस्थिति) दिले आहेत ते शक १४४१ अमांत फाल्गुन कृष्ण ३० सोमवार (ता. १९ मार्च १५२०) या दिवशींचे आहेत. सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांतावरून सूर्य, चंद्रोच्च आणि चंद्र काढून चंद्रांत नऊ कला वजा केल्या असतां, आर्यपक्षाच्या करणप्रकाशावरून गुरु, मंगळ, राहु, आणि शनी काढून शनींत ५ अंश मिळविले असतां ब्रह्मपक्षाच्या करणकुतुहलावरून बुधकेंद्र काढलें असतां आणि करणप्रकाश आणि करणकुतूहल यांवरून शुक्रकेंद्रें काढून त्यांचें अर्ध केलें असतां तीं ग्रहलाघवोक्त क्षेपकांशीं मिळतात. अहर्गण फार न वाढावे म्हणून गणेशानें ११ वर्षांच्या सुमारें ४०१६ दिवसांचें एक चक्र, व तितक्या दिवसांत जितकी मध्यमगति होते तिला ध्रुव अशी संज्ञा दिली आहे. या युक्तीनें अहर्गण ४०१६ हून कधींच जास्त होत नाहीं. ग्रहलाघवांत ज्या आणि चाप यांचें मुळींच कारण ठेविलें नाहीं. तथापि असें असूनहि यांत पूर्वींच्या कोणत्याहि करणग्रंथापेक्षां कमी सूक्ष्मता आहे असें म्हणतां येत नाहीं. ग्रंथांत सर्वत्र सर्व कृति सुलभ रीतीनें होईल असें करण्याकडे गणेशानें लक्ष दिलें आहे. ग्रहलाघवांत सिद्धांतांतलें सर्व कांहीं आणल्यामुळें त्यास सिद्धांतरहस्य असेंहि नांव पडलें आहे. याजवर गंगाधरकृत (शक १५०८), मल्लारिकृत (शक १५२४), विश्वनाथकृत (शक १५३४) व आणखीहि दुसऱ्या कांहीं टीका आहेत. गणेशाचा पुतण्या नृसिंह याचीहि ग्रहलाघवावर एक टीका होती.

ग्रहलाघवांत एकंदर १४ अधिकार आहेत. परंतु विश्वनाथ व मल्लारी यांच्या टीकांत पंचांग ग्रहणाधिकार म्हणून १५ श्लोकांचा एक पंधरावा अधिकार आढळतो. ग्रहलाघवांत इतरत्रहि कमजास्त झालेलें आढळतें, परंतु त्यामुळें मूळ ग्रंथकाराच्या पद्धतीस कोठेंहि विरोध आलेला नाहीं.

ग्रहलाघवांतील ग्रहांची सूक्ष्मता.—ग्रहलाघवोक्त ग्रहांची आधुनिक यूरोपीय ग्रंथांवरून येणाऱ्या ग्रहांशीं सूर्यसंबंधें तुलना केली असतां शके १४४२ च्या आरंभीं ग्रहलाघवोक्त मध्यम बुधशीघ्रोच्च फार चुकलें आहे म्हणजे ४ अंशांहूनहि अधिक आहे. शुक्र, शनि, चंद्रोच्च यांत एक अंशापासून दोन अंशपर्यंत चुकी आहे. वाकीचे १ अंशाच्या आंतच चुकीचे आहेत. चंद्र तर फारच सूक्ष्म साधला आहे. राहूहि फार चुकीचा नाहीं या सर्व चुका मध्यम ग्रहांत आहेत; वेधानें स्पष्ट ग्रह समजतात त्यांत ग्रहलाघवकालीं याहूनहि कमी चूक असेल. गणेशदैवज्ञ स्वतः वेध घेणारा होता. बापाच्या अनुभवांचा उपयोग आणि गणेशाचा स्वतःचा अनुभव यांच्या योगानें ग्रहलाघवग्रंथ ग्रहकौतुकापेक्षां अधिक दृक्प्रत्ययद झाला असावा.

लघुचिंतामणि व बृहच्चिंतामणि.—गणेशाच्या लघुचिंतामणि ग्रंथावरून तिथिनक्षत्रयोग फार लवकर करतां येतात व बृहच्चिंतामणीवरून तर त्याहूनहि थोड्या वेळांत काम होऊं शकतें. असें असूनहि ग्रहलाघवावरून आलेलीं घटकापळें व तिथिचिंतामणीवरून आलेलीं घटकापळें यांत ३० पळांहून जास्त अंतर पडत नाहीं. गणेशदैवज्ञानें सोप्या युक्त्या बसवून गणित स्थूल केलें असा जो त्यास कोणी कोणी दोष देतात तो बरोबर नाहीं. यूरोपांत जे नवीन शोध सुमारें याच वेळेपासून सुरू झाले, तशांकडे त्याची प्रवृत्ति झाली नाहीं हें खरें; परंतु आपल्या देशांत एकंदर लोकसमुदायाचाच कल विद्याविषयीं कमी झाल्यामुळें व दुसऱ्याहि कित्येक कारणांमुळें नवीन शोध लावण्याविषयीं प्रवृत्तिच नाहींशी झाली. तेव्हां यावद्दल एकट्या गणेशदैवज्ञासच दोष देण्यांत कांहीं अर्थ नाहीं हें उघड आहे.

बृहच्चिंतामणीवर विष्णुदैवज्ञाची सुबोधिनी नांवाची टीका आहे. लघुचिंतामणीवरहि चिंतामणिकांति म्हणून यज्ञेश्वर नामक ज्योतिष्यानें टीका केली आहे. या दोन्हीहि टीकांत उपपत्ति दिली आहे. तर्जनीयंत्र हें कालसाधनार्थ आहे. त्याला प्रतोदयंत्र असेंहि म्हणतात. त्यावर सखारामाची व गोपीनाथाची अशा दोन टीका आहेत.

गणेश दैवज्ञानंतरचे ज्योतिषी.—गणेशदैवज्ञानंतर हिंदुस्थानांत नांव घेण्यासारखा स्वतंत्र बुद्धीचा ज्योतिषी झाला नाहीं. या काळांत ज्योतिषशास्त्राचे अभ्यासक कोणीच झाले नाहींत असें नाहीं. परंतु उलटपक्षीं या कालखंडांतील जितके ज्योतिषग्रंथ व ग्रंथकार आज उपलब्ध आहेत तितके बहुधा ते पूर्वींच्या कोणत्याहि कालखंडांतील नसतील. परंतु अभ्यासकांनीं आपली बहुतेक बुद्धि टीकोपटीका रचण्यांतच खर्च केली असून याच काळांत यूरोपांत जे आश्चर्यजनक ज्योतिर्विषयक शोध लागले त्यांच्यापुढें या भारतीय ज्योतिष्यांचें ज्ञान अगदींच फिकें दिसतें. सारांश, या काळांत भारतीयांचे ज्योतिःशास्त्रावर अत्यंत परिश्रम झाले असूनहि, केवळ चिकित्सक बुद्धीच्या अभावीं व कूपमंडूकपणाच्या वृत्तीमुळें त्यांना त्या शास्त्रांत पाश्चात्यांच्या मागें पडावें लागलें. या काळांतील भारतीयांच्या ज्योतिःशास्त्रावरील परिश्रमाची वाचकांस कल्पना यावी म्हणून गेल्या चार शतकांतील उपलब्ध असलेल्या मुख्य मुख्य ज्योतिषग्रंथांची व ग्रंथकारांची पुढें कोष्टकरूपानें माहिती दिली आहे.

१ सू र्य दा स ज्ञा न रा ज.–जन्म शक १४३०; मूळ गांव पार्थपूर उर्फ पाथरी; ग्रंथ–गणितामृतकूपिका (लीलावतीटीका), सूर्यप्रकाश (बीजटीका), श्रीपतिपद्धतिगणित, बीजगणित, ताजिक ग्रंथ, काव्यद्वय, बोधसुधाकर, सिद्धांतशिरोमणिटीका, गणितमालती, सिद्धांतसंहितासारसमुच्चय, ग्रहविनोद, कविकल्पलताटीका, परमार्थप्रपा, भक्तिशत, वेदांतशतश्लोकीटीका, शृंगारतरंगिणी.

२ अ नं त श्री कां त (हरि ?) ग्रंथ—अनंतसुधारस (शक १४४७).

३ अ नं त के श व (गणेशदैवज्ञाचा धाकटा भाऊ). ग्रंथ—लघुजातकावर टीका (शक १४५६).

४ ढुं ढि रा ज नृ सिं ह.—राहणार पार्थपूर उर्फ पाथरी; ग्रंथ–जातकाभरण, सुधारसकरणचषक, ग्रहलाघवोदाहरण, ग्रहफलोपपत्ति, पंचांगफल, कुंडकल्पलता. शेवटचे पांच ग्रंथ ऑफ्रेक्टसूचींत ढुंढिराजाच्या नांवावर दिले आहेत. जातकाभरणकार व ऑफ्रेक्टसूचींतील ढुंढिराज एकच असल्यास त्याचा काळ शक १४४७ व १५००यांच्या दरम्यान असावा.

५. ग णे श ढुं ढि रा ज.—ग्रंथ–ताजिकभूषण.

६ अ नं त चिं ता म णि.–मूळ राहणें–गोदावरींत विदर्भ देशांत धर्मपुरी येथें, पुढें हा काशीस गेला; ग्रंथ–कामधेनुटीका, जातकपद्धति; काल–अजमासें शक १४८०.

७ नृ सिं ह रा म (गणेशदैवज्ञाचा पुतण्या).—ग्रंथ–ग्रहलाघवटीका, मध्यमग्रहसिद्धि (शक १४८०), ग्रहकौमुदी (शक १५१०).

८ र घु ना थ.—ग्रंथ–सुबोधमंजरी (शक १४८४), ब्रह्मपक्षीय करण.

९ के श व दि वा क र.—राहणार काशी, मूळ गांव गोलग्राम; ग्रंथ–ज्योतिषमणिमाला (शक १४८६ ?).

१० र घु ना थ सो म भ ट्ट.—ग्रंथ—मणिप्रदीप (शक १४८७) सूर्यपक्षीयकरण.

११ कृ पा रा म.—ग्रंथ–वास्तुचंद्रिका, बीजगणित, मकरंद, यंत्रचिंतामणि, सर्वार्थचिंतामणि, पंचपक्षी व मुहूर्ततत्त्व यांवर टीका; काल–शक १४२० हून अर्वाचीन.

१२ दि न क र.—राहणार गुजराथेंतील बारेजाख्य गांव; ग्रंथ–खेटकसिद्धि (शक १५००) राजमृगांकबीजसंस्कृतब्रह्मतुल्य, चंद्रार्की.

१३ कृ ष्ण ब ल्ला ळ.–मूळ गांव–विदर्भ देशांतील पयोष्णितीरचें दधिग्राम, परंतु बल्लाळ काशीस रहावयास गेला; त्यानें जहांगिराच्या दरबारीं प्रतिष्ठा मिळविली; ग्रंथ–बीजनवांकुर (बीजपल्लव किंवा बीजलतावतार), श्रीपतिकृत जातकपद्धतीवर उदाहरणरूप टीका, छादकनिर्णय; काल–शक१५०० व १५३० यांच्या दरम्यान.

१४ गं गा ध र–(मुहूर्तमार्तंडकार नारायणाचा पुत्र).–राहणार टापरग्राम; ग्रंथ–मनोरमा (ग्रहलाघव टीका) (शक १५०८).

१५ नी ल कं ठ अ नं त (अनंतचिंतामणीचा पुत्र).–अकबरबादशाच्या दरबारीं होता; ग्रंथ—तोडरानंद, समातंत्र किंवा वर्षतंत्र (ताजिकनीलकंठी), जातकपद्धति, तिथिरत्नमाला, प्रश्नकौमुदी (ज्योतिषकौमुदी), दैवज्ञवल्लभा, सुबोधिनी, ग्रहकौतुकटीका, ग्रहलाघवटीका, मकरंदटीका.

१६ रा म भ ट अ नं त.—ग्रंथ—रामविनोद, करणग्रंथ व सारणीग्रंथ (शक १५१२) सूर्यपक्षीय–प्रचार जयपुराकडे. अकबराचा प्रधान रामदास याच्या आज्ञेवरून केला, मुहूर्तचिंतामणी (शक १५२२) प्रमिताक्षराटीकेसह.

१७ श्री ना थ रा म (प्रो. भांडारकरांच्या मतें मुहूर्तचिंतामणिकार).—ग्रंथ–ग्रहचिंतामणि करणग्रंथ (शक १५१२).

१८ ग णे श के श व (गणेशदैवज्ञाचा वंशज).—ग्रंथ–शिरोमणिप्रकाश (शक १५२०).

१९ म ल्ला रि दि वा क र (केशव दिवाकराचा वडीलभाऊ).–ग्रंथ ग्रहलाघवटीका (शक १५२४). ह्यांत ग्रहलाघवाची उपपत्ति लिहिली आहे.

२० गो विं द नी ल कं ठ (नीलकंठअनंताचा पुत्र).—ग्रंथ–पीयूषधारा (शक १५२५) मुहूर्तचिंतामणीची टीका, रसाला (शक १५४४) तजिकनीलकंठी टीका.

२१ कृ ष्ण दि वा क र (मल्लारी दिवाकराचा जेष्ठ बंधु).—ग्रंथ–बीजगणिताचा सूत्रात्मक ग्रंथ.

२२ रं ग ना थ ब ल्ला ळ (कृष्ण बल्लाळाचा धाकटा भाऊ).–ग्रंथ–गूढार्थप्रकाशिका (शक १५२५), सूर्यसिद्धांतावर टीका.

२३ वि ष्णु दि वा क र (मल्लारीचा वडील भाऊ).–ग्रंथ–एक सौरपक्षीय करणग्रंथ (शक १५३०), सुबोधिनी (गणेशदैवज्ञाच्या बृहच्चिंतामणीवर टीका); हा जगद्गुरु होता असें मुहूर्तचूडामणींत शिव लिहितो.

२४ ना रा य ण गो विं द (कृष्णबल्लाळाचा पुतण्या).–निवासस्थान–दधिग्राम; ग्रंथ–केशवी जातकपद्धतीवर टीका, नारायणीय बीज.

२५ शि व कृ ष्ण (कृष्णदिवाकराचा पुत्र).—जन्मकाल बहुधा शक १५१०; ग्रंथ–मुहूर्तचूडामणि, अनंतसुधारसावर टीका.

२६ नृ सिं ह कृ ष्ण (कृष्णदिवाकराचा ज्येष्ठ पुत्र).—ग्रंथ–सौरभाष्य (शक १५३३), सूर्यसिद्धांतटीका, वासनावार्तिक उर्फ वासनाकल्पलता (शक १५४३) सिद्धांतशिरोमणिटीका.

२७ वि श्व ना थ दि वा क र (विष्णुदिवाकराचा कनिष्ठ बंधु).—ग्रंथ—गहनार्थप्रकाशिका (सूर्यसिद्धांतटीका), सिद्धांतशिरोमणि टीका, करणकुतूहलटीका, मकरंदटीका, ग्रहलाघवटीका, गणेशदैवज्ञकृतपातसारणीटीका, अनंतसुधारसटीका, रामविनोदकरणटीका, विष्णुदिवाकराच्या करणावर टीका, केशवी जातकपद्धतीची टीका, नीलकंठी ताजिक ग्रंथावर समातंत्रप्रकाशिका टीका, सोमसिद्धांतटीका,

तिथिचिंतामणीटीका, चंद्रमानतंत्रटीका, बृहज्जातकटीका, श्रीपतिपद्धतिटीका, वसिष्ठसंहितटीका, बृहत्संहिताटीका; ग्रंथरचनाकाल शक १५३४–१५५६.

२८ नागेश शिव.—ग्रंथ ग्रहप्रबोध (शक १५४१).

२९ दिवाकर नृसिंह (नृसिंह कृष्णाचा ज्येष्ठ पुत्र).—जातकमार्गपद्म उर्फ पद्मजातक (शक १५४७), प्रौढमनोरमा (शक १५४८), केशवी जातकपद्धतीवर टीका, गणिततत्त्वचिंतामणि (शक १५४९) स्वतःच्याच जातकपद्धतीवर सोदाहरण टीका, मकरंदविवरण.

३० माधव गोविंद (गोविंदनीलकंठाचा पुत्र).—ग्रंथ शिशुबोधिनीसमाविवेकाविवृत्ति (शक १५५५), नीलकंठीवर टीका; रचनास्थल–काशी.

३१ मुनिश्वर रंगनाथ उर्फ विश्वरूप (रंगनाथ बल्लाळाचा पुत्र); ग्रंथ—निसृष्टार्थदूती, लीलावतीनिवृत्ति, मरीचि (शक १५६०), शिरोमणीच्या गणित व गोलअध्यायांवर टीका, सिद्धांतसार्वभौम (शक १५६८), पाटीसार सिद्धांतसार्वभौम टीका (१५७२); हा भास्कराचार्यांचा अभिमानी होता.

३२ नित्यानंद देवदत्त.—राहणार इंद्रपुरी; ग्रंथ-सिद्धांतराज (शक १५६१), सायनमानाचा–जयपूरप्रांतीं प्रसिद्ध आहे.

३३ रंगनाथ नृसिंह (नृसिंह कृष्णाचा कनिष्ठ पुत्र).–ग्रंथ-मितभाषिणी (सिद्धांतशिरोमणिटीका), सिद्धांतचूडामणि (शक १५६५)सूर्यसिद्धांतानुसारी.

३४ महादेवात्मज कृष्ण.—राहणार–प्रांत मावळ; ग्रंथ-करणकौस्तुभ (शक १५७५), शिवाजीच्या सांगण्यावरून ग्रहकौतुक, ग्रहलाघव व स्वतःचे वेध यांच्या आधारें केला.

३५ कमलाकर नृसिंह (नृसिंह कृष्णाचा दुसरा मुलगा).—ग्रंथ-सिद्धांततत्त्वविवेक (शक १५८९) सर्वस्वीं वर्तमान सूर्यसिद्धांतानुसारी–ध्रुवाचें अस्थिरत्व, मेघ, गारा, भूकंप, उल्कापात, इत्यादींचीं कारणें वगैरे पूर्व सिद्धांतात नाहींत अशा कित्येक नवीन गोष्टी यांत आहेत; रचनास्थल—काशी.

३६ रत्नकंठ शंकर (काश्मीर निवासी).—ग्रंथ-पंचांगकौतुक (शक १५८०), खंडखाद्यानुसारी सारणीग्रंथ.

३७ मल्लयपुत्र विट्ठण.—ग्रंथ-वार्षिकतंत्र (शक१४००-१६००यांच्या दरम्यान रचलेला असावा); कर्नाटकांत प्रचारांत होता.

३८ वनमालिपुत्र जटाधर.—राहणार सरहिंद; ग्रंथ फत्तेशाहप्रकाश (शक १६२६).

३९ केशव रुद्र (गणेशदैवज्ञाचा वंशज).-ग्रंथ- लग्नकलाप्रदीप (शक१६२९).

४० माधव उपनांव गांवकर.—ग्रंथ–सामुद्रिकचिंतामणि.

४१ दादाभट माधव गांवकर.—ग्रंथ–किरणावलि (शक १६४१) सूर्यसिद्धांतावरील टीका.

४२ जयसिंह.—ग्रंथ झिजमहंमद उर्फ मिजस्ति (शक १६५०), सिद्धांतसम्राट् (शक १६५३) व रेखागणित–जगन्नाथकृत, कटर–नयनसुखोपाध्यायकृत–युनानि ग्रंथावरून केलेला युक्लिडच्या ग्रंथासारखा ग्रंथ.

४३ गोपालात्मज विश्वनाथ दैवज्ञ संगमेश्वरकर.–ग्रंथ व्रतराज (शक १६५८); राहणार काशी.

४४ नारायण दादाभट गांवकर.—ग्रंथ होरासार-सुधानिधि, नरजातकव्याख्या, गणकप्रिया (प्रश्नग्रंथ), स्वरसागर (शकुनग्रंथ), जातकसुधानिधि; रचनाकाल—अजमासें शक १६६०.

४५ शुकपुत्र शंकर (रैवतकाचलवासी).—ग्रंथ वैष्णवकरण (शक १६८८).

४६ लालमणिसुत मणिराम (गुजराथी).—ग्रंथ-ग्रहगणितचिंतामणि (शक १६९६); ग्रंथकार सूर्यसिद्धांतानुयायी असून त्याची पद्धति ग्रहलाघवासारखी आहे; परंतु ग्रह वेध घेऊन स्वतंत्रपणेंच काढलेले दिसतात.

४७ नारायणात्मज भुला.—नर्मदासंगमाच्या पूर्वेस ३ कोसांवर दधीचि येथें राहणारा; ग्रंथ—ब्रह्मसिद्धांतसार (शक १७०३).

४८ मथुरानाथ (मालवीय).—काशीच्या राजाचा आश्रित; ग्रंथ-यंत्रराजघटना (शक १७०४).

४९ विनायकात्मज चिंतामणी दीक्षित चिपळुणकर.—वसतिस्थान सातारा; ग्रंथ–सूर्यसिद्धांतसारणी, गोलानंद (शक १७१३) वेधयंत्राचा ग्रंथ.

५० राघव अप्पा खांडेकर.—राहणार पारोळें; ग्रंथ—खेटकृति (शक १७३२), पंचांगार्क (शक १७३९), पद्धतिचंद्रिका (शक १७४०).

५१ दिनकर अनंत.—राहणार पुणें; ग्रंथ–ग्रहविज्ञानसारणी, मासप्रवेशसारणी, लग्नसारणी, क्रांतिसारणी, चंद्रोदयांकजाल, दृक्कर्मसारणी, ग्रहणांकजाल, गणेशकृत पातसारणीची टीका; रचनाकाल—शक १७३४–६१.

५२ महादेवसुत शिव.–राहणार लक्ष्मेश्वर; ग्रंथ–तिथिपरिजात (शक१७३७).

५३ यज्ञेश्वर सदाशिव उर्फ बाबा जोशी रोडे.—राहणार पुणें; ग्रंथ—ज्योतिःपुराणविरोधमर्दन (पौराणिकमताभिमानि ग्रंथ), यंत्रराजवासना (शक १७६४), अनुभाविका (शक १७६४) गोलानंदटीका, मणिकांति (लघुचिंतामणिटीका), प्रश्नोत्तरमालिका.

५४ नृसिंह सीताराम उर्फ बापूदेव.—राहणार टोंकें जिल्हा अहमदनगर; काशी संस्कृतपाठशाळेंतील अध्यापक, संस्कृत ग्रंथ–रेखागणित प्रथमाध्याय, त्रिकोणमितीचा कांहीं भाग, सायनवाद, प्राचीन ज्योतिषाचार्याशयवर्णन, अष्टादशविचित्रप्रश्नसंग्रह सोत्तर, तत्त्वविवेकपरीक्षा, मान-

मंदिरस्थ यंत्रवर्णन, चलनकलनसिद्धांत बोधक वीस श्लोक, चापीयत्रिकोणमितीसंबंधीं कांहीं सूत्रें, सिद्धांतग्रंथोपयोगी टिपणें, यंत्रराजोपयोगी छेद्यक, लघुशंकुछिन्नक्षेत्रगुण.

५५ विनायक उर्फ केरो लक्ष्मण छत्रे.–मराठी ग्रंथ–फ्रेंच व इंग्लिश ज्योतिषग्रंथांच्या आधारें केलेलीं ग्रहसाधनाचीं कोष्ठकें (शक १७७२) तिथिसाधनाचा तिथिचिंतामणी-सारखा ग्रंथ.

५६ कृष्णशास्त्री गोडबोले (महाराष्ट्रीय)–ग्रंथ–ग्रहलाघवाचें सोदाहरण मराठी भाषांतर (शक १७७८) विश्वनाथी टीकेचें, ग्रहलाघवाची उपपत्ति (मराठी), ज्योतिःशास्त्र (१७८४) चेंबर्सच्या पुस्तकावरून मराठींत लिहिलेलें, ज्योतिःशास्त्राचा इतिहास (शक १८०७) एक लहान लेख, युक्लिडच्या भूमितीच्या पहिल्या चार पुस्तकांचें मराठींत भाषांतर, वेदांचें प्राचीनत्व (शक १८०४) इंग्रजी निबंध.

५७ चिंतामणि रघुनाथ आचार्य (मद्रासी)—यास संस्कृत भाषा येत नव्हती, पण यूरोपीय गणिताचें ज्ञान उत्तम होतें, व त्यामुळें त्यास भारतीय ज्योतिःशास्त्राचेंहि ज्ञान झालें; यानें नवीन दोन रूपविकारी तारा शोधून काढल्या (शक १७८९ व १८००); ग्रंथ–ज्योतिषचिंतामणि (तीन भाग–तामिळ).

५८ शंभुनाथसुत नीलांवर शर्मा (पाटणा).–ग्रंथ–पाश्चात्य पद्धत्यनुसार गोलप्रकाश नामक संस्कृत ग्रंथ (शक १७९३), भास्करीय ग्रंथाच्या कांहीं भागावर टीका.

५९ शंभुनाथसुत जीवनाथ (नीलांबरशर्म्याचा ज्येष्ठ बंधु) ग्रंथ–भास्करबीजटीका व भावप्रकाशादि फलग्रंथ.

६० विसाजी रघुनाथ लेले (महाराष्ट्रीय)—जन्म शक १७४९. सायनमान प्रचलित करण्याकरितां ' स्फुटवक्ता अभियोगी ' या नांवाखालीं वर्तमानपत्रांतून वादविवादात्मक लेख.

६१ बापूजी केतकर–(महाराष्ट्रीय).—केरोपंती ग्रहसाधनकोष्टक संस्कृतांत उतरलें; रामदुर्गच्या संस्थानिकाचा यांस आश्रय होता.

६२ व्यंकटेश बापूजी केतकर (जन्मशक १७७५) ग्रंथ—ज्योतिर्गणित (शक १८१२) नॉटिकल आल्मनॅक ज्या फ्रेंच ग्रंथाधारें करतात त्यावरून केलेला, आरंभवर्ष शक १८००.

६३ बाळगंगाधर टिळक (शक १७७८–१८४२)–ग्रंथ–ओरायन (शक १८१५) इंग्रजी–यांत कांहीं ऋग्वेद-सूक्तांची रचना शकापूर्वी ४००० वर्षें झाली असें सविस्तर विवेचन करून दाखविलें आहे.

६४ विनायक पांडुरंग खानापूरकर (महाराष्ट्रीय) शक १७८०–१८४१.–संस्कृत ग्रंथ–वैनायकीय द्वादशाध्यायी नांवाचा ताजक ग्रंथ, कुंडसार, अर्धकांड, युक्लिडच्या दोन पुस्तकांतील सिद्धांतांच्या प्रतिज्ञांचा वृत्तबद्ध संस्कृत अनुवाद, सिद्धांतसार; मराठी ग्रंथ–भास्करीय लीलावती, बीज, गोलाध्याय, गणिताध्याय यांचें मराठींत सोपपत्तिक भाषांतर इ०; हे मृत्यूपूर्वी १॥ वर्ष ज्ञानकोशमंडळांत नोकर होते.

६५ सुधाकर द्विवेदि (जन्मशक १७८२)–काशी येथील संस्कृत पाठशाळेंतील अध्यापक; ग्रंथ—दीर्घवृत्तलक्षण (शक १८००), विचित्रप्रश्नसभंग (शक १८०१), वास्तवचंद्रशृंगोन्नतिसाधन (शक १८०२), द्युचरचार (शक १८०४), पिंडप्रभाकर (शक १८०७), भाभ्रमरेखानिरूपण, धराभ्रम, ग्रहणकरण, गोलीय रेखागणीत, युक्लिडच्या पुस्तकांचा संस्कृत श्लोकबद्ध अनुवाद, गणकतरंगिणि (शक १८१२); टीकाग्रंथ—प्रतिमाबोधक (शक १७९५), यंत्रराजटीका, वासनाविभूषण (शक १८०३), करणकुतूहलटीका, पंचसिद्धांतिकाप्रकाश (शक १८१०); यांशिवाय भास्करकृत लीलावती, भास्करीय बीज, कृष्णकृत छादकनिर्णय, कमलाकरकृत सिद्धांततत्त्वविवेक, लल्लकृत धीवृद्धितंत्र हे ग्रंथ यांनीं टीकेसह किंवा शोधून छापविले आहेत.

भारतीय ज्योतिष ग्रंथांचें स्वरूप.—भारतीय ज्योतिषग्रंथांचें स्वरूप स्पष्टपणें कळण्याकरितां निरनिराळ्या प्रकारचे ज्योतिषग्रंथ व त्यांतील विषय यांच्यासंबंधीं माहिती सांगितली पाहिजे. ज्योतिषशास्त्राच्या प्राचीन व अर्वाचीन ग्रंथांत ज्योतिषाचे गणित, संहिता व होरा किंवा जातक असे तीन स्कंध मानिले आहेत. गणितास सिद्धांत असेंहि म्हणतात. किती दिवसांचा महिना, किती महिन्यांचें वर्ष, वर्षाचे दिवस किती, सूर्याचें दक्षिणायन किंवा उदगयन केव्हां होईल, अमुक ग्रह अमुक दिवशीं कोठें असेल, ग्रहण कधीं होईल इत्यादि गोष्टींचा संबंध गणिताशीं येतो. ग्रहणें, ग्रहयुद्धें इत्यादिकांपासून जगताच्या शुभाशुभाचें ज्ञान व अमुक दिवशीं विवाहादि अमुक कृत्यें केलीं असतां शुभाशुभ फलप्रद होतील असल्या गोष्टींचें विवेचन संहिता ग्रंथांत असतें. व व्यक्तिविशेषाच्या जन्मतिथीवरून व नेहमींच्या ग्रहस्थितीवरून त्याच्या जन्मांत त्यास होणारें सुख-दुःख वर्तविण्याबद्दल माहिती होरा किंवा जातक ग्रंथांत येते.

सिद्धांत ग्रंथांतील विषय.—सिद्धांत किंवा तंत्र यांत मुख्यत्वें दोन अंगें असतात. एकांत केवळ ग्रहादि गणित असतें; आणि दुसऱ्यांत मुख्यत्वें सृष्टिरचनेचें वर्णन असतें व गोलविचार, यंत्ररचना, कालगणनेचीं मानें वगैरे विषय असतात. कल्पापासून ग्रहगणिताचा ज्यांत विचार असतो तो सिद्धांत, महायुगापासून ग्रहगणित ज्यांत असतें तें तंत्र व एखाद्या शकवर्षापासून ज्यांत ग्रहगणित असतें तें करण, अशी कोणी या तिहींचीं लक्षणें देतात. तीनहि प्रकारच्या ग्रंथांत ग्रहगणिताचा विचार सामान्यतः (१) मध्यमाधिकार, (२) स्पष्टाधिकार, (३) त्रिप्रश्नाधिकार, (४) चंद्रग्रहण, (५) सूर्यग्रहण, [६] छायाधिकार, [७] उदयास्त, [८] शृंगोन्नति, [९] ग्रहयुति, [१०] भग्रहयुति व महापात अशा अकरा अधिकारांत केलेला असतो. या अधिकारांतील विषय पुढें दिल्याप्रमाणें असतात.

म ध्य मा धि का र व स्प ष्टा धि का र.—यांत ग्रहांच्या अनुक्रमें मध्यम स्पष्ट गतिस्थितींचा विचार केलेला असतो. आतांपर्यंत दिलेला भारतीय ज्योतिषशास्त्राचा इतिहास मुख्यत्वेंकरून या दोन अधिकारासंबंधींच आहे. मध्यम व स्पष्ट गतिस्थितिसंबंधीं खुलासा मागें करण्यांत आला आहे.

त्रि प्र श्रा धि का र.—दिक्, देश आणि काल या तिहीं संबंधीं प्रश्नांचा यांत विचार असतो, म्हणून यास त्रिप्रश्नाधिकार असें म्हणतात. दिशासाधनाचे निरनिराळे प्रकार, इष्टकालावरून लग्न आणि लग्नावरून इष्टकाल ह्यांचें साधन करण्याचे व त्याचप्रमाणें दुसऱ्या रीतींनींहि म्हणजे छायादिकांवरुन कालसाधन करण्याचे प्रकार, विशिष्ट स्थलाचे अक्षांश काढण्याचे प्रकार, पलभा काढण्याचे प्रकार, इत्यादि गोष्टींसंबंधीं विचार ह्या अधिकारामध्यें असतो. ह्या बाबतींत भास्कराचार्यकृत सिद्धांतशिरोमणि, मलयेंदुसूर्यकृत यंत्रराजटिका, सिद्धतत्त्वविवेक इत्यादि ग्रंथ सुप्रसिद्ध आहेत. सांप्रत सरकार मार्फत येथील हजारों स्थलांचे अक्षांश व रेखांश अत्यंत सूक्ष्म रीतीनें काढविले गेले असल्यानें या ग्रंथांतील माहितीचा आपल्या लोकांचे या कामीं झालेले प्रयत्न कितपत सूक्ष्म होते हें पाहण्याशिवाय दुसरा कांहीं उपयोग नाहीं.

चं द्र सू र्य ग्र ह णा धि का र.—चंद्रसूर्यग्रहणांचीं कारणें राहु केतु नामक दैत्य नसून पृथ्वीची छाया व चंद्र हींच आहेत, ही गोष्ट वराहमिहिर आणि आर्यभट यांच्या वेळेपासून भारतीयांस ठाऊक आहे. श्रुति, स्मृति व ज्योतिषसिद्धांत यांची एकवाक्यता करण्याकरितां ब्रह्मगुप्तानें [ब्रह्मसिद्धांत, गोलाध्याय, आर्या ३४—४८ पहा] असें म्हटलें आहे कीं "चंद्रग्रहणीं भूछायेमध्यें आणि सूर्यग्रहणीं चंद्रामध्यें प्रवेश करून राहू चंद्रसूर्यांस आच्छादितो. सूर्यग्रहणांत चंद्रलंबनाचाहि विचार येतो. आधुनिक शोधाप्रमाणें पाहिलें तर या ग्रंथांत दिलेल्या चंद्रलंबनांत अगदीं थोडी चूक आहे. सूर्याचें लंबन मात्र फार चुकलें आहे. सूर्याच्या तेजामुळें त्याच्या बिंबाच्या द्वादशांशास ग्रहण लागलें तरी तें दिसत नाहीं. परंतु चंद्रबिंबाच्या षोडशांशास लागलें तरी दिसतें, असें भास्कराचार्य व इतर बहुतेक ग्रंथकार यांनीं लिहिलें आहे. परंतु १९ ऑगस्ट १८८७ इ. या दिवशींचें सूर्यग्रहण ग्वाल्हेर येथें विसाजी रघुनाथ लेले यांनीं सूर्यबिंबाच्या केवळ चौदाव्या हिश्याचाच ग्रास झाला असतांहि तो नुसत्या डोळ्यांनीं व भिंगांस काजळ लाऊन अशा दोन प्रकारांनीं चांगला पाहिला. परंतु इतका अल्प ग्रास नुसत्या डोळ्यांनीं पाहणें अपायकारक व फार धोक्याचें आहे असें त्यांस आढळून आलें.

छा या धि का र.—कांहीं करण ग्रंथांत हा अधिकार निराळा मुळींच नसतो. ग्रहलाघवांत हा निराळा दिला आहे. सूर्याखेरीज इतर ग्रहांचे नित्योदयास्तकाल, त्यांचें दिनमान, इष्टकालीन छाया, वेध, इत्यादि गोष्टींचें गणित ह्या अधिकारांत असतें.

उ द या स्त [द र्श ना द र्श नें].—ज्योतिषशास्त्रामध्यें उदयास्त ह्या संज्ञा दोन अर्थी योजलेल्या आढळून येतात. तारा आणि ग्रह यांचें नित्य क्षितिजाच्या वर येणें व खालीं जाणें यांस उदयास्त म्हणतात, व ते सूर्यसान्निध्यवशात् दिसेनासे होतात, व दिसूं लागतात त्यासहि अस्तोदय म्हणतात. वास्तविक ह्या दोनहि व्यापारांस भिन्न संज्ञा असाव्यात हें बरें. व चंद्रासंबंधीं पुष्कळ लोक परिचयपूर्वक विचार करीत असल्यामुळें त्यांच्या बाबतींत त्या तशा आहेतहि. अमावास्येनंतर प्रतिपदेस अगर द्वितीयेस पश्चिमेस चंद्र दिसूं लागतांच चंद्रदर्शन झालें असें म्हणण्याचा प्रघात पडला आहे. तथापि, इतर ग्रहनक्षत्रांच्या नित्योदयास्तांचा कोणी फारसा विचार करीत नसल्यामुळें सूर्यसान्निध्यामुळें होणाऱ्या त्यांच्या दर्शनादर्शनांसहि अस्तोदय शब्दच लावण्यांत येतो. ग्रह व नक्षत्रें ह्यांमध्यें, गुरु व शुक्र या इतरांपेक्षां तेजस्वी असलेल्या ग्रहांचे अस्त मात्र धर्मकृत्यांस प्रतिकूल मानतात. नक्षत्रांपैकीं कोणतीं तरी नक्षत्रें नेहमीं अस्तंगत असल्यामुळें, बुधाचे अस्त वर्षांतून सहा वेळां होत असल्यामुळें व मंगळाचा अस्त बऱ्याच काळानें परंतु एकदां झाला म्हणजे पांच महिनेपर्यंत रहात असल्यामुळें, नक्षत्रें, बुध व मंगळ यांचे अस्त धर्मकृत्यांस प्रतिबंधक होत नाहींत, ही गोष्ट धर्मशास्त्राचें व्यवहारानुकूलत्वच दाखविते. शनि हा धर्मशास्त्रकारांनीं पापग्रह मानला असल्याकारणानें त्याचा अस्त विवाहादिक मंगल कृत्यांस त्याज्य मानला नसावा.

पूर्वेस किंवा पश्चिमेस ग्रहाचा उदयास्त व्हावयाचा असतां सूर्य व तो ग्रह यांच्या नित्योदयकालांत किंवा नित्यास्तकालांत अमुक अंतराहून अनुक्रमें अधिक किंवा कमी अंतर झालें म्हणजे त्या ग्रहांचे उदयास्त होतात असें आमच्या प्राचीन ज्योतिषशास्त्रकारांनीं सांगितलें आहे.

शृं गो न्न ति.—शुक्लपक्षीं सूर्यास्ताच्या सुमारास व कृष्णपक्षीं सूर्योदयाच्या सुमारास विशेषतः शुक्ल प्रतिपदेस किंवा द्वितीयेस चंद्रदर्शन होतें त्यावेळीं चंद्रशृंगाचा कोणत्या दिशेचा भाग उंच व प्रकाशित दिसेल हें काढणें हा या अधिकाराचा विषय आहे.

ग्र ह यु ति.—दोन ग्रह अगदीं परस्पराजवळ आले असतां त्यांची युति म्हणजे योग झाला असें म्हणतात. ह्या युतीमध्यें त्यांचें फक्त पूर्वपश्चिम अंतरच शून्य व्हावें लागतें मग दक्षिणोत्तर अंतर कितीहि कां असेना. हें दक्षिणोत्तर अंतर एका अंशाहून कमी झालें असतां युद्ध, त्याहून जास्त असेल तर समागम, नुसता स्पर्श झाला तर उल्लेख व बिंब एकमेकांत मिळालीं तर भेद झाला, अशा संज्ञा वापरण्यांत येतात.

भ ग्र ह यु ति.—या अधिकारांत नक्षत्रयोगतारा आणि ग्रह यांच्या युतींचें गणित असतें, आणि त्याकरितां योगताराचे ध्रुव [भोग] आणि शर दिलेले असतात. सर्व

ज्योतिष ग्रंथांतील ध्रुवाभिमुख नक्षत्रध्रुवामध्यें फरक सांपडतो याचें रा. दीक्षितांनीं उत्तम विवेचन केलें आहे.

मूल सूर्यसिद्धांतांतले नक्षत्रध्रुव पंचसिद्धांतिकेंत दिलेले नाहींत. ते मूलांत नसावेत असें दिसतें. पहिल्या आर्यभटानें नक्षत्रयोगतारांविषयीं कांहीं सांगितलें नाहीं. भास्कराचार्यानें नक्षत्रध्रुवशर ब्रह्मगुप्ताचे घेतले आहेत. शाकल्य ब्रह्मसिद्धांतांत सप्तर्षीचे शरभोग आहेत ते इतर कोणत्याहि ग्रंथांत नाहींत.

कांहीं नक्षत्रांची तारा एकच व कांहींच्या जास्त आहेत. अनेक आहेत त्यांपैकीं योगतारा कोणत्या दिशेची हें सूर्यादि चार सिद्धांतांत सांगितलें आहे, परंतु त्यावरून नीट बोध होत नाहीं. या चोहोंपैकीं शाकल्य ब्रह्मसिद्धांतांत मात्र नक्षत्राच्या तारा किती हें सांगितलें आहे इतरांत नाहीं. नक्षत्रतारासंख्यांविषयीं मतभेद आहे. तरी बहुतेक इष्ट नक्षत्रपुंज आकाशांत कोणते याविषयीं मतभेद नाहीं, असें सर्व दृष्टींनीं विचार केला असतां दिसून येतें. गेल्या दोन तीन शतकांत यूरोपीय ज्योतिष्यांनीं डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या बहुतेक तारांच्या यादी तयार केल्या आहेत त्यांशीं भारतीय ज्योतिषग्रंथकारांनीं दिलेल्या योगतारांची तुलना केली तर कृत्तिका, रोहिणी पुनर्वसु, पुष्य, मघा, उत्तरा फल्गुनी, चित्रा, स्वाती, ज्येष्ठा, अभिजित्, श्रवण, शतभिषक्, पूर्वाभाद्रपदा व रेवती या १४ तारांविषयीं सर्वांचें एकमत आहे. इतरांविषयीं मतभेद आहे. अर्थात् प्रत्येकाच्या भिन्न गतीस कांहीं तरी आधार आहे हें सांगावयास नकोच.

महापात.—चंद्रसूर्यांच्या क्रांतिसाम्यास महापात म्हणतात. सायन रविचंद्रांचा योग ६ व १२ राशी होतो [ह्याच विभाग पृष्ठ २९९ पहा] त्या सुमारास क्रांतिसाम्य होतें. ६ राशींच्या योगास व्यतिपात व १२ राशींच्यास वैधृति म्हणतात—गणेश दैवज्ञानें ग्रहलाघवांत याचें गणित देऊन शिवाय सुलभ रीतीनें त्याची वेळा काढण्याकरितां पातसारणी म्हणून एक लहानसा स्वतंत्र ग्रंथ लिहिला आहे.

भुवनाधार.—भारतीय ज्योतिष्यांचें भुवनसंस्थेविषयीं थोडक्यांत असें म्हणणें आहे कीं, एकंदर विश्वसंस्थेच्या मध्यभागीं पृथ्वी आकाशांत निराधार राहिली असून तिच्या भोंवतीं सर्व ग्रह फिरतात. परंतु ग्रहनक्षत्रें हीं आपल्या पृथ्वीप्रमाणेंच विस्तृत असे जड गोल आहेत ही कल्पना प्राचीन ज्योतिष्यांस नव्हती. आकाशांत ग्रहनक्षत्रें कोणत्या आधारानें आहेत त्याविषयीं स्पष्टपणें ज्योतिष ग्रंथांत सांगितलेलें कांहीं आढळत नाहीं. तथापि आर्यभट वगैरेसारखे ज्योतिषी प्रवहनामक वायूनें ग्रहनक्षत्रांस गति प्राप्त होते असें म्हणतात.

भास्कराचार्यास (इ. स. ११५०) पृथ्वीच्या अंगीं असलेल्या आकर्षणशक्तीची कल्पना होती,कारण तो म्हणतोः—

आकृष्टिशक्तिश्च मही तया यत् खस्थं गुरुं स्वाभिमुखं स्वशक्त्या आकृष्यते तत्पततीव भाति ॥ ६ ॥ गोलाध्याय—भुवनकोश; अर्थः पृथ्वीच्या अंगीं आकर्षणशक्ति आहे. ती आकाशांतला एखादा जड पदार्थ आपल्याकडे स्वशक्तीनें आकर्षिते (म्हणून) तो पडतो असें भासतें.

भूवर्णन.—जगत्संस्थेच्या वर्णनांत, पृथ्वीवरील सप्तसमुद्र, सप्तमहाद्वीपें, त्यांतील पर्वत, नद्या यांचेंहि वर्णन या सिद्धांतांत असतें. त्याचप्रमाणें पृथ्वीवरील निरनिराळ्या स्थलांवरून होणारीं आकाशगोलांचीं दर्शनें—म्हणजे ग्रहनक्षत्रादिक पृथ्वीवरील निरनिराळ्या अक्षांशांवर कोठें व कशीं दिसतात यासंबंधीं सविस्तर विवेचन—सर्व सिद्धांतांतून दिलेलें असतें.

भास्कराचार्यादिकांनीं ध्रुवस्थानीं मेरूची कल्पना करून इतर सप्तलोक वगैरेंचीं वर्णनें पुराणपद्धत्यनुरूप केलीं आहेत, त्या सर्वांमध्यें एकवाक्यता नाहीं. भास्कराचार्यांच्या मतें पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १२ योजनें (म्ह० सुमारें ६० मैल) वायूचें वेष्टन असून मेघ, वीज, इत्यादि सृष्टिचमत्कारांचें तें स्थान आहे. भास्कराचार्यांच्या ग्रंथाच्या बरोबर अर्धशतक पूर्वी प्रसिध्द झालेल्या अरब पंडित अल्हाझेन याच्या ग्रंथांत दिलेल्या उंचीहून ही बरीच जास्त व अर्वाचीन संशोधकांनीं काढलेल्या उंचीशीं अधिक जुळणारी आहे. अल्हाझेननें गणित करून ही उंची वीसपासून तीस मैलांपर्यंतच असल्याचें ठरविलें होतें. अल्हाझेननें ज्या रीतीनें ही उंची काढली [पृ. २७९ पहा.] त्याच एखाद्या रीतीनें भास्कराचार्यानेंहि काढली किंवा काय तें कळत नाहीं.

पृथ्वीचा व्यास व पृथ्वीचें चंद्रापासून अंतर.—ब्रह्मगुप्तानें भूव्यास १५८१ योजनें आहे म्हणून सांगितलें आहे. ब्रह्मगुप्त होऊन गेला त्या काळीं म्हणजे इ. स. च्या ७ व्या शतकांत, ह्युएनत्संग नांवाचा चिनी प्रवाशी हिंदुस्थानांत आला होता. त्यानें जें आपल्या 'ली' नामक चिनी मानांत योजनाचें प्रमाण दिलें आहे, त्यासंबंधीं कनिंगहॅम व सेंट मार्टिन यांनीं केलेल्या विवेचनाचें परीक्षण करून, कै. दीक्षित यांनीं एका योजनाचे पांच मैल धरावे असें ठरविलें आहे. या हिशेबाप्रमाणें ब्रह्मगुप्तानें दिलेला भूव्यास (१५८१×५ =) ७९०५ मैल होतो. भारतीय ज्योतिष्यांनीं पृथ्वीचा व्यास कोणत्या रीतीनें काढिला होता हें "निरक्ष देशापासून भूगोलाच्या १६ व्या अंशावर (३६० ÷ १६ = २२॥) अवंती आहे, म्हणून दोहोंमधील अंतराच्या १६ पट पृथ्वीचा परिधि" या सिद्धांतशिरोमणींतील उक्तीवरून स्पष्ट होतें. तथापि भूपरिधीचा एक अंश सूक्ष्म रीतीनें मोजण्याचें यूरोपखंडांतल्या प्रमाणें हिंदुस्थानांत कांहींच झालेलें दिसत नाहीं.

आर्यभट खेरीज करून बाकीच्या ज्योतिष्यांनीं चंद्रकक्षेची एक कला, त्याच्या कक्षेच्या प्रदेशांत पंधरा योजनें मानिली आहे. यावरून, सर्व कक्षा ३,२४,००० योजनें होते, व कक्षेची त्रिज्या ५१,५६६ योजनें निघते. हें पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर झालें. पृथ्वीची त्रिज्या

सूर्यसिद्धांताप्रमाणें ८०० योजनें आहे. तेव्हां पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या ६४.४६ पट, पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर झालें. हें अंतर आधुनिक मानांहून फारसें भिन्न नाहीं.

पृथ्वीपासून ग्रहांचीं अंतरें.—सर्व ग्रहांची गति, कक्षामंडळांत म्हणजे त्यांच्या पृथ्वीभोंवतीं फिरण्याच्या मार्गांत सारखीच मानण्यांत आली आहे. भारतीय ज्योतिष्यांनीं प्रथम वेधादिकांनीं चंद्रकक्षा व ग्रहप्रदक्षिणाकाल ठरविले. परंतु "प्रदक्षिणाकाल व ग्रहकक्षा प्रमाणांत असतात" हा ग्रहकक्षा ठरविण्याच्या कामीं त्यांनीं घेतलेला अधार बरोबर नसल्यामुळें त्यांचीं कक्षामानें चुकलीं. व त्यामुळें त्यांवरून त्यांनीं काढलेलीं ग्रहांचीं ग्रहमालामध्यापासूनचीं अंतरेंहि चुकलीं; तथापि या अंतरांमुळें त्यांच्या स्पष्टस्थितींत जो एक प्रकारचा फरक पडतो त्यास 'शीघ्रफलसंस्कार' हें नांव देऊन, तो भारतीय ज्योतिष्यांनीं आपल्या ग्रंथांत दिला आहे. यावरून काढलेलीं ग्रहांचीं अंतरें आधुनिक मानांशीं बहुतांशीं मिळतात. परंतु ही सूर्यसंबंधीं अंतरांची—म्हणजे पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर एक धरून त्यावरून काढलेल्या इतर ग्रहांच्या अंतरांची गोष्ट झाली. दुर्बिणीसारख्या यंत्रांच्या ज्ञानाच्या अभावीं भारतीयांनां सूर्याचें अंतर स्थूलमानानें देखील बरोबर काढतां आलें नाहीं; व यामुळें इतर ग्रहांच्या वास्तविक अंतरांचीहि त्यांनां बरोबर कल्पना होऊं शकली नाहीं.

ग्रहप्रकाश व ग्रहांचें क्रांतिवृत्ताशीं तिर्यक्त्व.—ग्रह स्वयंप्रकाश नाहींत, सूर्यापासून त्यांस प्रकाश मिळतो असें आमच्या ज्योतिःशास्त्राचें मत आहे. यांत नक्षत्रांसहि प्रकाश सूर्यापासून मिळतो ही कल्पना मात्र चुकीची आहे.

ग्रहांचें क्रांतिवृत्ताशीं असलेलें तिर्यक्त्व म्हणजे मध्यम विक्षेपमान कांहीं सिद्धांतांत मध्यमाधिकारांत दिलेलें असतें. हीं विक्षेपमानें व आधुनिक मानें यांची योग्य तुलना करून आपलीं मानें सूक्ष्म व स्वतंत्रपणें वेध घेऊन स्थापन केलेलीं आहेत असें कै. दीक्षित यांनीं दाखविलें आहे.

अयनचलन.—सूर्याचीं दक्षिणोत्तर अयनें क्रांतिवृत्ताच्या ज्या बिंदूजवळ येतात ते संपात बिंदू मागेमागें सरकत असतात. हें चलन सूर्याच्या अयनावरून प्रथम समजून आल्यामुळें आपल्या बहुतेक ग्रंथांत त्यास 'अयनचलन' हें नांव आहे. भास्कराचार्यानें ह्या चलनास संपातचलन हेंच नांव अन्वर्थक आहे असें स्पष्ट म्हटलें आहे. सांप्रत यूरोपीय विद्वान् ह्यास विषुवचलन असें म्हणतात. मूलसूर्यसिद्धांतादिक प्राचीन पांच सिद्धांतांत ह्या अयनचलनाविषयीं कांहीं आढळत नाहीं. सांप्रतच्या सूर्यादि पांच सिद्धांतांत परम अयनांश २७ मानले असून संपात मूलस्थानाच्या पूर्वेस व पश्चिमेस २७ अंश जातो असें मानलें आहे. ब्रह्मगुप्ताविषयीं भास्कराचार्यानें स्पष्ट म्हटलें आहे कीं "ब्रह्मगुप्ताच्या वेळीं अयनांश फार थोडे असल्यामुळें त्यास ते वेधानें समजले नाहींत."

संपाताचें भ्रमण कीं आंदोलन.—संपात विलोमगतीनें सर्व नक्षत्र मंडलांत फिरतो असें मुंजालाचें मत आहे. तसेंच संपाताची पूर्ण प्रदक्षिणा होते असें वसिष्ठ—सिद्धांतकार विष्णुचंद्र याचें एक वाक्य असल्याचें कोलब्रूक म्हणतो. परंतु इतर कोणत्याहि करणग्रंथांत संपाताची पूर्ण प्रदक्षिणा होते असें मत सांगितलें नसून त्यांचें फक्त आंदोलन—सूर्यादि पांच सिद्धांतांच्या मतें २७ अंशांपर्यंत—व आर्यसिद्धांताच्या मतें २४ अंशांपर्यंत होतें. मुंजालाचें मत खरें मानलें तर श्रुतिवचनास बाध येईल म्हणून तें वेदबाह्य असा मरीचिकारादिकांनीं त्यास दोष दिला आहे. वेदांगज्योतिषांत धनिष्ठारंभीं उदयगनप्रवृत्ति आहे यावरून तेव्हां भरणीच्या चतुर्थ चरणारंभीं म्हणजे आरंभ स्थानापासून २३ अंश ४० विकलांवर संपात होता. वेदांत कृतिकांपासून नक्षत्रारंभ आहे. त्यावरून कृतिकारंभीं संपात होता, असें मनांत येण्याचा संभव आहे. म्हणजे आरंभस्थानापासून २६ अंश ४० कलांवर संपात आला. पूर्वीं संपात अश्विनीच्या पुढें होता व नंतर मागें आला यामुळें संपाताचें आंदोलन होतें असें मनांत आलें असावें व संपातचलनाचा अनुभव २४ किंवा २७ अंशांचा होता यामुळें २४ किंवा २७ अंश आंदोलन आमच्या सिध्दांतकारांनीं मानलें असावें.

अयनगतीचें ज्ञान आम्हांस केव्हां झालें.—अयनगतिमानाचा निर्णय केव्हां झाला ह्याचा विचार करूं लागलें असतां मूल सूर्यसिद्धांत प्रथमार्यसिद्धांत, व पंचसिद्धांतिका या—म्हणजे शक ४२७ (इ. स. ५०५) सालच्या पूर्वींच्या—ग्रंथांत अयनगतीविषयीं कांहींच विचार आढळत नाहीं. परंतु भास्कराचार्य याच्या म्हणण्यावरून ब्रह्मगुप्तापूर्वींच्या वर्तमानसूर्यसिद्धांतांत अयनगतिविचार असावा असें म्हणतां येतें. ब्रह्मगुप्ताच्या पूर्वींच्या शक ५०० च्या सुमाराच्या विष्णुचंद्राच्या ग्रंथांत तो होता असें निःसंशय दिसून येतें. यावरून शक ५०० च्या सुमारास अयनगतीचा विचार होऊं लागला व शक ८०० च्या पूर्वीं तिचें सूक्ष्म ज्ञान झालें असें दिसतें.

अयनगति व शून्यायनांश वर्ष.—या संबंधांत भास्कराचार्यानें असें म्हटलें आहे कीं, छायेवरून सूर्याचे भोग काढून अयनरवि काढावा, म्हणजे सायनरवि व ग्रंथावरून आलेला रवि यांच्यामधील अंतर अयनांश होतील. या दृष्टीनें पाहिलें तर रेवतीयोगतारेशीं अयनांशाचा किंवा अयनगतीचा कांहीं संबंध नाहीं. वस्तुतः आपल्या ज्योतिष्यांनीं ग्रंथांतरीं वेध घेण्याच्या ज्या रीती सांगितल्या आहेत त्यांत वेधाचा संबंध स्थिर तारांशीं फारच थोडा आहे. सूर्य एकदां संपातीं आल्यापासून, वर्षाचें जें मान मानलें असेल तितक्या कालांत तो पुन्हां संपातीं येऊन जितका संपाताच्या पुढें जाईल तितकी एका वर्षांत अयनगति मानली पाहिजे. एकंदरींत विचार करून सरासरी मान पाहतां आपल्या आर्यज्योतिषग्रंथांत जें वर्षमान घेतलें आहे, त्यास अनुसरून

अयनगति वर्षास ५८.४ विकला घेतली, म्हणजे ती अत्यंत सूक्ष्म होईल. अयनगतीसंबंधीं इतर राष्ट्रांच्या इतिहासाचें परीक्षण केलें असतां ही अयनगति भारतीयांनीं स्वतंत्रपणें काढली आहे असें दिसून येतें. निरनिराळ्या ग्रंथांत शून्य अयनांशाचा काल पुढीलप्रमाणें दिलेला आढळतो.—

ग्रंथ	शक
सांप्रतचे सूर्यादि पांच सिद्धांत	४२१
मुंजाल	४४९
राजमृगांक, करणप्रकाश, करणकुतूहल इत्यादि	४४५
करणकमलमार्तण्ड, ग्रहलाघव इत्यादि	४४४
भास्वतीकरण	४५०
करणोत्तम	४३८
द्वितीयार्यसिद्धांत	५२७
द्वितीयार्य सिद्धांतोक्त पराशरमत	५३२
दामोदरीय भटतुल्य	३४२

या निरनिराळ्या ग्रंथांत मानलेल्या शून्यायनांशाच्या वर्षासंबंधीं स्वीकार केला असतां असें दिसून येतें कीं, मुंजाल व भास्वतीकरण यांचीं वर्षे फार सूक्ष्म आहेत. त्याच प्रमाणें सांप्रत प्रचारांत असलेलें शक ४४४ किंवा ४४५ हें वर्षहि बरेंच सूक्ष्म आहे. बाकीचीं सर्व चुकलेलीं आहेत, पण त्या चुकीस निरनिराळ्या गोष्टी कारण झाल्या आहेत.

भारतीयांचें वेधज्ञान.—हिंदुस्थान देशांत वेधपरंपरा चालत आलेली दिसत नाहीं, व वेधयंत्रेंहि नाहींत. ह्यावरून भारतीय लोकांनीं ग्रीकांपासून ज्योतिःशास्त्र घेतलें असें कित्येक यूरोपियांचें मत आहे. परंतु आपल्या इकडील वेधयंत्रें व वेदांपासून रामायण महाभारतांसारख्या लौकिक ग्रंथांत आलेल्या ज्योतिषशास्त्रविषयक उल्लेखांत दिसून येणारी सृष्टिचमत्कारावलोकनाची हौस, ह्या गोष्टींवरून वरील म्हणणें पक्षपाताचें द्योतक असल्याचें दिसून येतें. इतर सामान्य ज्योतिषविषयक उल्लेख सोडून दिले तरी वारंवार दिसणाऱ्या धूमकेतूंचें आश्चर्यकारक वर्णन वराहमिहिरकृत बृहत्संहितेंत केतुचार नामक एका मोठ्या अध्यायांत केलें आहे त्यावरून सांप्रत ज्याप्रमाणें शोधकाच्या नांवावरून निरनिराळ्या धूमकेतूंस नांवें पडलीं आहेत, त्याचप्रमाणें उद्दालक, कश्यप-इत्यादि नांवें त्या त्या ऋषींनीं त्या त्या केतूंचा विशेष शोध केला म्हणून पडलीं असावींत. केशव नामक एका प्राचीन ग्रंथकारानें तर स्वतः घेतलेल्या वेधाचेंहि वर्णन लिहून ठेविलें आहे तथापि, भौतिक शास्त्राच्या इतर अंगांत भारतीयांची प्रगति विशेषशी न झाल्यामुळें त्यांच्यांत दुर्बिणीसारख्या वेधोपयोगी यंत्राचा शोध लागू शकला नाहीं; व ज्या वेळीं यूरोपांत तो शोध लागला त्यापूर्वींच ते पारतंत्र्यांत गुरफटले गेल्यामुळें त्यांनां त्याचा उपयोग करून घेऊन पूर्वप्राप्त ज्योतिषज्ञानांत भर टाकतां आली नाहीं.

ज्योतिर्विषयक यंत्रें.—या यंत्रांसंबंधीं सविस्तर माहिती पुढें एका प्रकरणांत यावयाची आहे. भास्कराचार्यानें यंत्राध्यायांत मुख्यतः नऊ यंत्रें सांगितलीं आहेत. (१) चक्रयंत्र (२) चाप, (३) तुर्यगोल (तुरीययंत्र), (४) गोलयंत्र, (५) नाडीवलय, (६) घटिका, (७) शंकू, (८) फलकयंत्र व (९) यष्टियंत्र, हीं तीं होत. यांतील पहिल्या तीन यंत्रांचा उपयोग मुख्यतः वेधाकडे आहे. गोलयंत्रावरून ब्रह्मांडगोलाची रचना कळून येते. ब्रह्मगुप्त, लल्ल व आर्यभट यांनीं साधारणतः अशाच प्रकारचे गोलबंध सांगितले आहेत. ब्रह्मगुप्तानें व लल्लानें वरच्या यष्टियंत्रासारखींच, रविचंद्रांचें अंतर व त्यावरून तिथी काढण्याच्या उपयोगीं पडणारीं साधनें सांगितलीं आहेत. त्यांशिवाय दुसऱ्या कांहीं स्वयंवह यंत्रांचे प्रकार पंचसिद्धांतिकेंत वराहमिहिर यानें सांगितले असून ब्रह्मगुप्त व भास्कराचार्य यांनींहि त्यांचीं वर्णनें दिलीं आहेत.

यंत्रसंबंधीं ग्रंथ.—यांखेरीज यंत्रविषयक विवेचनाचे अनेक ग्रंथ आहेत. त्यांपैकीं भास्कराचार्यकृत सर्वतोभद्रयंत्र, महेंद्रसूरिकृत यंत्रराज (शक १३००), पद्मनाभकृत ध्रुवभ्रमयंत्र (शक १३२०), चक्रधरकृत यंत्रचिंतामणि (सुमारें शक १५००), गणेशदैवज्ञकृत प्रतोदयंत्र, चिंतामणि दीक्षितकृत गोलानंद वगैरे ग्रंथ प्रसिद्ध आहेत. वर दिलेलीं यंत्रें सांप्रतकालीं प्रत्यक्ष केलेलीं फारच क्वचित् आढळतात. शंकुयंत्र व तुरीययंत्र हीं मात्र कांहीं ठिकाणीं आढळतात.

वेधशाला.—प्राचीन कालीं ज्योतिर्निरीक्षण करण्याकरितां निरनिराळ्या राजेरजवाड्यांच्या आश्रयाखालीं ठिकठिकाणीं वेधशाला बांधल्या जात होत्या; व त्यांमध्यें निरनिराळ्या आश्रित ज्योतिष्यांकडून वेधांचें काम चालू होतें, असें स्पष्ट दिसून येतें. सुमारें पंचवीस एक वर्षांपूर्वी, कांहीं ज्योतिष्यांकडून सतत वेध घेण्याचें काम चालविण्याचा विचार हैदराबाद येथील निजामसरकाराच्या मनांत येऊन कांहीं यंत्रें वगैरे तयार झालीं होतीं; परंतु पुढें तें काम बंद पडलें. अद्यापहि कधीं कधीं नलिकाबंध करून वेध घेणारे कांहीं ज्योतिषी प्रांतोंप्रांतीं आढळण्यांत येतात. जयसिंहानें दिल्ली, जयपुर, मथुरा, काशी, उज्जयिनी येथें बांधलेल्या वेधशाळांची माहिति त्यानेंच लिहिलेल्या झीजमहंमद नांवाच्या ग्रंथाच्या प्रस्तावनेंत दिली आहे. ह्याच ग्रंथांत जयप्रकाश, रामयंत्र, सम्राट्यंत्र इत्यादि उत्तमोत्तम यंत्रांचे उल्लेख आहेत. यांपैकीं चार वेधशाळांचें वर्णन हंटरनें इ. स. १७९९ मध्यें समक्ष पाहून एशियाटिक रिसर्चेस मध्यें केलें आहे. काशी येथील वेधशाळेचें वर्णन पंडित बापूदेव यांनीं मानमंदिरस्थयंत्रवर्णन या लेखांत दिलें असून त्याचेंच भाषांतर शेरिंगच्या काशीक्षेत्रवर्णनांत आलें आहे.

भारतीय ज्योतिषाच्या विकासाचें स्वरूप.—आतांपावेतों दिलेल्या भारतीय ज्योतिषाच्या इतिहासावरून एक गोष्ट स्पष्टपणें दिसून येते ती ही कीं, हिंदुस्थानांत ज्योतिषशास्त्राचा विकास अथपासून इतिपर्यंत जवळ जवळ स्वातंत्र्यपणेंच झाला आहे असें म्हणावयास हरकत नाहीं. पहिल्या

आर्यभटापासून भास्कराचार्यांपर्यंतचा काळ भारतीय ज्योतिषशास्त्राच्या पूर्ण भराचा होता. अरब व ग्रीक लोक ज्योतिषांत हिंदूंचे शिष्य झाले ते याच कालामध्यें. बगदादच्या खलीफांच्या भरभराटींत त्यांनीं हिंदुस्थानांतून ज्योतिषी नेऊन हिंदूंच्या ग्रंथांची आरबींत भाषांतरें केलीं, व अरबींतून पुढें लॅटिनमध्यें भाषांतरें झालीं. परंतु भारतीय लोक ज्योतिषशास्त्रासंबंधीं आपलें श्रेष्ठत्व यापुढें टिकवूं शकले नाहींत. याची कारणमीमांसा देण्याचें हें स्थळ नव्हे; तथापि एवढें मात्र खरें कीं, पंधराव्या शतकानंतर भौतिक शास्त्रांतील शोधांमुळें पाश्चात्त्य लोक भारतीयांच्या इतके पुढें गेले कीं आज आपणांस इतर शास्त्रांप्रमाणें ज्योतिषांतहि पाश्चात्त्यांच्या तोंडाकडे पाहण्याची पाळी आली आहे. ही स्थिति कां व कशी प्राप्त झाली हें नीट समजण्यासाठीं हिंदुस्थानाबाहेर ज्योतिषाचा विकास कसा व कोणत्या पायऱ्यांनीं झाला इकडे लक्ष पुरविलें पाहिजे. पाश्चात्त्य राष्ट्रें प्राचीन मिसर व बाबिलोन देशांस आपल्या गुरुस्थानीं मानीत असल्यामुळें या देशांतील लोकांची प्राचीन काळीं ज्योतिषशास्त्रांत किती प्रगति झाली होती हें प्रथम पाहूं.

प्राचीन मिसर देशच्या लोकांचें ज्योतिर्ज्ञान.

मिसर देशांतील मनोऱ्यांचा शास्त्रेतिहासलेखनास उपयोग.—प्रस्तुत विभागाच्या सातव्या प्रकरणांत मिसरी लोकांच्या संस्कृतींतील ज्या एका व्यावहारिक अंगाचें वर्णन आहे (पृष्ठ २२९पहा) तें ज्योतिषशास्त्राच्या इतिहासकाराच्या दृष्टीनें फार महत्त्वाचें अंग आहे. कारण मिसरी लोकांच्या शास्त्रीय ज्ञानाविषयीं आपणांस जी कांहीं माहिती आहे ती ह्या मनोऱ्यांच्या व देवळांच्या सूक्ष्म निरीक्षणानेंच प्राप्त झालेली आहे. उदाहरणार्थ, लॉकिअरच्या संशोधनामुळें आतां असें दिसून आलें आहे कीं, मिसरदेशाचीं देवळें मुख्यत्वेंकरून, कर्कसंक्रांतीच्या दिवशीं क्षितिजावर सूर्य ज्या बिंदूपाशीं उगवतो त्या बिंदूकडे तोंड करून बांधलेलीं आहेत. कर्कसंक्रांतीचा काल मिसरी लोकांच्या दृष्टीनें विशेष महत्त्वाचा समजला जात होता. कारण, त्यांच्या नाइल नदीला पूर येण्याची बहुतेक तीच वेळ असे. नाइल नदीच्या पुरामध्यें फारच नियमितपणा दिसून येतो. पुराचें पाणी जवळ जवळ बरोबर कर्कसंक्रांतीच्या दिवशींच हीलिऑपोलिस व मेंफिस प्रांतांत जाऊन पोंचतें. पुराची वेळ नदीच्या उगमापासून मुखापावेतों निरनिराळ्या भागांत निरनिराळी असते हें खरें; परंतु प्राचीनतम मिसरी राजधान्याच्या संस्कृतीचें केंद्र मेंफिस येथें असल्यामुळें त्या ठिकाणीं येणाऱ्या पुराच्या पाण्याची वेळ साहजिकच महत्त्वाची समजली गेली.

मिसरी लोकांचा वर्षारंभ.—नाइल नदीचा पूर हा मिसरी लोकांच्या दृष्टीनें किती महत्त्वाची गोष्ट आहे—कारण त्यांची संस्कृति ह्या पुरावरच सर्वस्वीं अवलंबून आहे हें पाहिलें, म्हणजे ह्या पुर [illegible] पासून ते आपला वर्षारंभ कां धरतात याचें आश्चर्य वाटत नाहीं. ही वेळ कर्कसंक्रांतीसच येत असल्यामुळें तर ह्या वर्षारंभ विशेषच नैसर्गिक झाला आहे. ह्या वर्षारंभ इजिप्त देशांत फार पुरातन काळापासून चालू आहे. जेव्हांपासून मिसर देशासंबंधीं खात्रीलायक माहिती मिळूं शकते, तेव्हांपासून आजतागायत मिसरी लोक वर्षारंभ कर्कसंक्रांतीसच धरीत आलेले आढळून येतात. ऐतिहासिक काळाच्या आरंभापासून वर्षाचा म्हणजे पृथ्वीच्या सूर्यप्रदक्षिणेचा काळ मिसरी लोकांस स्थूलमानानें ठाऊक होता ही गोष्ट निःसंदेह आहे. कारण, तसें नसलें तर एका पुरापासून दुसऱ्या पुरापर्यंत किंवा एका कर्कसंक्रांतीपासून दुसऱ्या कर्कसंक्रांतीपर्यंत त्यांनां अनायासानें दिवस कसे मोजतां येत होते हें कळत नाहीं. ह्या काळ त्यांनां केवळ स्थूलमानानेंच ठाऊक होता हें मात्र विसरतां कामा नये. पुरातन काळीं मिसरी लोक वर्षाचे दिवस ३६० धरीत होते असें मानावयास जागा आहे. त्यांच्या वर्षामध्यें तीस तीस दिवसांचे बारा महिने होते ही गोष्ट वरील समजुतीसच पुष्टि देते. परंतु कांहीं काळ लोटला नाहीं तोंच ही चूक लोकांच्या ध्यानांत येऊन त्यांनीं बारावा महिना व पहिला महिना यांच्या मध्यें एक पांच दिवसांचा 'लहान महिना' घातला. ह्या पांच दिवसांस मिसरी लोक 'वर्षाच्या वरचे दिवस' म्हणत असत, व ते वर्षामध्यें फार पूर्वींच घातले गेले होते. मॅस्पेरोचें असें मत आहे कीं ते पहिल्या थिनाइट घराण्यापूर्वीं प्रचारांत आले होते. याच्या पुराव्यादाखल तो ऑसिरिसची एक दंतकथा देतो. या दंतकथेप्रमाणें हे पांच दिवस थॉट नामक देवतेनें नुइटला मुलें व्हावीं म्हणून मुद्दाम उत्पन्न केले; कारण, नुइटला वर्षांतील कोणत्याहि दिवशीं मूल होणार नाहीं असा शाप मिळाला होता. तथापि ह्या दुरुस्तीमुळें मिसरी वर्ष पूर्ण शास्त्रशुद्ध होऊं शकलें नाहीं. अद्याप त्याच्यामध्यें चतुर्थांश दिवसाची चूक राहिली होतीच. ह्या चतुर्थांश दिवसामुळें मिसरी वर्ष चार वर्षांत एक दिवस मागें पडत होतें. अलेक्झांड्रियाच्या पंडितांनीं ही चूक भरून काढण्याकरितां पुढें दर चौथ्या वर्षांत एक दिवस मिळविण्याची युक्ति काढली व तीच पुढें जूलियन पंचांगानें उचलल्यामुळें पाश्चात्त्य कालगणनेंतील लीपवर्ष बनलें. पण प्राचीन मिसरी लोकांनां हा दिवस मिळविण्याची अवश्यकता कळली नाहीं, किंवा कळून ती गोष्ट त्यांनां व्यवहारांत आणतां आली नाहीं, त्यांनीं मागें कधीं काळीं आपला वर्षारंभ नाइल नदीच्या पुराच्या दिवसापासून धरला होता, पण पुढें दिवसानुदिवस तो मागें पडत जाऊन त्यांच्या पंचांगांत घोटाळा होऊं लागला.

लुब्धक ताऱ्याचा कर्कसंक्रांतीशीं संबंध.—मिसर देशांत वर्षाचे ऋतु तीन मानीत असत. जलवृद्धिकाल, पेरणीकाल व हंगामकाल हीं त्यांचीं नांवें होतीं. हे ऋतु अर्थात् प्रत्येकीं चार चार महिन्यांचे होते. सुरुवातीला जलवृद्धिकाल व नाइल नदीच्या पुराचा काळ हे दोन्ही एकच

होतें. व दोहोंस बरोबरच सुरुवात होत असे. शिवाय लुब्धक किंवा ज्याला मिसरी लोक सोथिस म्हणत तो तारा सूर्याबरोबर केव्हां उगवतो हें पाहूनहि त्याचा वर्षारंभदिन ठरविण्याकडे उपयोग करण्यांत आला होता. कर्कसंक्रांतीच्या वेळेस हीलिऑपोलिसच्या लोकांनां सूर्य लुब्धक ताऱ्याच्या सन्निध दिसतो. आतां मिसरी लोकांनां प्रत्येक सृष्टिचमत्काराच्या मागें देवता दिसत असल्यामुळें ते साहजिकच सूर्यासारख्या महत्त्वाच्या देवतेस विशेष पूज्य मानीत होते. सूर्यदेवता प्रातःकाळीं मिसरदेशाच्या प्रवासास निघते तेव्हां तिला आपण वंदन केलें पाहिजे अशी त्यांनां बुद्धि होऊन सूर्योदयाची नक्की वेळ कळावी म्हणून ते आपल्या देवळांशेजारील टेकड्यांच्या माथ्यांवर बसून कोणते तारे त्या देवतेपूर्वी उगवतात याचें निरीक्षण करूं लागले. अर्थात् अयनचलनामुळें तोच तारा सूर्याच्या आगमनाची वर्दी देण्यास अनंत काळपावेतों उपयोगीं पडणार नाहीं हें खरें आहे. पण हा फरक इतका सूक्ष्म आहे कीं तो ध्यानांत येण्यास ज्योतिष्यांच्या अनेक पिढ्या उलटल्या पाहिजेत. लॉकिअरच्या मतें मिसरी लोक जेव्हां सोथिस उर्फ लुब्धक तारा कर्कसंक्रातीस पहाटेस सूर्याच्या जवळ नव्हता तेव्हांपासून ताऱ्यांचे वेध घेऊं लागले होते. तथापि, लॉकिअरचें मत सबळ पुराव्यावर रचलेलें नाहीं. बायट यानें गणित करून असें दाखविलें आहे कीं, सोथिस हा कर्कसंक्रातीस सूर्योदयापूर्वी उगवतो ही गोष्ट मिसरी लोकांच्या ख्रि. पू. ३२८५ इतक्या प्राचीन काळींच ध्यानांत आलेली होती, व तेव्हांपासून पुढें हा तारा सूर्याच्या चोपदाराचें काम अविच्छिन्नपणें करीत राहिला यांत शंका नाहीं. यामुळें सोथिसचा इसिसनामक एका अत्यंत महत्त्वाच्या देवतेशीं संबंध जोडण्यांत आला; व ज्या दिवशीं सोथिस प्रथम सकाळच्या प्रहरीं आकाशांत उगवतो तो वर्षारंभदिवस समजला जाऊं लागला; ह्याच दिवशीं कर्कसंक्रांत होत होती व नाइल नदीच्या पुराचें पाणीहि याच संधीस येत होतें.

सोथिकचक्र.—मिसरदेशीय लोकांनीं जुन्या वर्षांत पांच दिवस मिळवून आपल्या पंचांगांत सुधारणा केली, तरी त्यांच्या वर्षांत चतुर्थांश दिवसाची चूक राहिलीच होती हें आपण वर पाहिलेंच आहे. मिसरी लोकहि आपल्या पंचांगाच्या वर्षास 'संदिग्ध वर्ष' असेंच पुढें नांव देऊं लागले. कारण चौथ्या वर्षाच्या शेवटीं लुब्धक ताऱ्याचा प्रातरुदय पंचांगांतील वर्षप्रतिपदेस होण्याच्या ऐवजीं एक दिवस पुढें जाईल व ४८० वर्षांत तर इतका फरक होईल कीं पंचांगांतील पेरणीकाळाच्या वेळीं खरा जलवृद्धिकाल, पंचांगांतील हंगामकाळाच्या वेळीं खरा पेरणीकाळ व पंचांगांतील जलवृद्धिकाळाच्या वेळीं खरा हंगामकाळ येऊं लागेल. परंतु हा बदल इतका सावकाश होतो कीं, सामान्य लोकांच्या ती गोष्ट ध्यानीं देखील येणार नाहीं. बहुधा असें झालें असेल कीं, सामान्य लोकांनीं आपल्या वाडवडिलांच्या काळीं कोणता ऋतु कोणत्या महिन्यांत येत होता. याचा विचार करण्याच्या भानगडींत न पडतां आपल्या स्वतःच्या काळीं जे ऋतु ज्या महिन्यांत येत होते त्या ऋतूंचे ते महिने मानिले असतील. तथापि, ही गोष्ट ज्योतिषी भटजींच्या नजरेस आल्याशिवाय राहिली असेल हें संभवनीय दिसत नाहीं. नाइल नदीचा पूर कोणत्या दिवशीं येईल याचें भविष्य वर्तविण्याची सर्व जबाबदारी त्यांच्यावरच होती. सोथिस ताऱ्याच्या प्रातरुदयाचें निरीक्षण करून त्यांनां हें भविष्य वर्तविणें जड गेलें नसेल व शेवटीं चार वर्षांत ऋतू एक दिवस पुढें जातात ही गोष्ट त्यांच्या ध्यानांत आली असावी. एवढें एकदां समजल्यावर, (४×३६५=) १४६० वर्षांत सोथिसचा प्रातरुदय पुन्हां वर्षप्रतिपदेस किंवा नाइल नदीच्या पुराच्या दिवशीं येतो हें काढण्यास फारसें गणिताचें ज्ञान लागत नाहीं. दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे, १४६१ 'संदिग्ध' (मिसरच्या पंचांगांतील ३६५ दिवसांचीं) वर्षे हीं १४६० सौर (३६५¼ दिवसांच्या) वर्षांबरोबर आहेत. सोथीसच्या प्रातरुदयावरून ठरविलेल्या ह्या काळास सोथिकचक्र असें म्हणतात.

वर्षाचे दिवस ३६५¼ असतात ही गोष्ट अगदीं बालपणापासून आपल्या मनावर ठसविण्यांत येत असल्यामुळें सोथिकचक्राचें ज्ञान म्हणजे आपणांस कांहींच वाटत नाहीं. परंतु आज देखील आपणापैकीं कोणाहि सामान्य माणसास आपल्या स्वतःच्या अकलेनें वर्षाचा नक्की काळ ठरविणें किती अवघड गोष्ट आहे याचा विचार केला, म्हणजे पंचांगांतील चूक ध्यानांत येणें व अधिक दिवस घालून ती दुरुस्त करणें हें मिसरी लोकांच्या दृष्टीनें त्यांच्या शास्त्रीय ज्ञानांत केवढी मोठी प्रगति होती त्याची कल्पना येईल. व भारतीयांनीं ही गोष्ट ऋग्वेदमंत्रकालींच केली होती याबद्दल त्यांचें किती कौतुक वाटेल ! मिसरी लोकांनीं पंचांग सुधारण्याचे अनेक प्रयत्न केले, पण त्यांत त्यांनां चांगलेंसें यश आलें नाहीं. कारण ज्यांनीं पुढें हें काम केलें, ते अलेक्झांड्रियाचे टॉलेमीच्या काळांतील पंडित हे वस्तुतः मिसरी लोक नसून ग्रीक होते.

मिसरी लोकांचीं नक्षत्रें.-मिसरदेशीय ज्योतिषी उपाध्यायांचा बराचसा वेळ ताऱ्यांचे वेध घेण्यांत जात असल्यामुळें त्यांनीं चंद्र व ग्रह यांचा आकाशांतला मार्ग आंखला असल्यास व आकाशांतील ताऱ्यांचे आपल्या इच्छेनुसार कांहीं पुंज केले असल्यास त्याचें आश्चर्य वाटावयास नको. आपल्या हल्लींच्या बारा राशींसारखीं त्या वेळीं त्यांनीं जीं नक्षत्रें कल्पिलीं होतीं त्यांचीं चित्रें अद्यापिहि इजिप्त देशांतील कित्येक पुरातन मंदिरांच्या छतावर दृष्टीस पडतात. तथापि दुःखाची गोष्ट ही कीं, मिसरी कारागिराच्या सौंदर्यप्रियतेमुळें नक्षत्रांच्या चित्रांत त्यानें आपल्या इच्छेस येतील त्या मूर्ती काढून ठेवल्या आहेत, व त्यायोगें मिसरी लोकांच्या मतें आकाशाचा नकाशा कसा होता याविषयीं आपण जर त्यांवरून कांहीं तर्क केला तर तो चुकण्याचा संभव आहे. तथापि असें

दिसतें कीं मिसरी ज्योतिष्यांनीं क्रान्तिवृत्तामध्यें एकंदर चोवीस डेकँनी म्हणजे नक्षत्रें कल्पिलीं होतीं. हीं नक्षत्रें चित्रांत दर्शविण्याकरितां त्यांनीं मूर्तींचे जे स्वकपोलकल्पित पुंज काढले आहेत त्यांचें आज आपण नक्षत्रांच्या स्वकपोलकल्पित आकृती मानतो त्यांशीं बरेंच साम्य आहे.

विश्वरचनेसंबंधीं कल्पना—सूर्याच्या उदयास्तांचें व अयनांचें स्पष्टीकरण.—मिसरी लोकांचें उपर्युक्त ज्योतिःशास्त्रविषयक ज्ञान पाहिलें म्हणजे साहजिकच आपणांस त्यांची विश्वरचनेसंबंधीं काय कल्पना होती हें जाणण्याची जिज्ञासा उत्पन्न होते. या प्रश्नाचें उत्तर बऱ्याच स्पष्टपणें देतां येणें शक्य आहे. असें दिसतें कीं, मिसरी माणसास आकाश हें एक पृथ्वीच्या चार कोपऱ्यांवर असलेल्या चार स्तंभांच्या आधारावर ठेविलेलें छत वाटत होतें. नंतरच्या काळांत, हे चार स्तंभ म्हणजे चार पर्वत आहेत असा लोकांचा समज झाला. पृथ्वीसंबंधानें त्याची अशी कल्पना होती कीं, ती एक पूर्वपश्चिम लांबीपेक्षां दक्षिणोत्तर लांबी अधिक असलेली चौकोनी पेटी आहे. ज्या ठिकाणीं मनुष्याची वस्ती आहे तो तिचा वरचा पुटाकार भाग असून त्याच्या मध्यमार्गी नाइल नदीचें खोरें आहे. आकाशास आधारभूत असलेले चार स्तंभ चार दिशांस असून, त्यांपैकीं उत्तरेकडचा स्तंभ भूमध्यसमुद्राच्या पैलतीरास, दक्षिणेकडचा नाइल नदीच्या उगमाच्या बाजूस मनुष्यवस्तीच्या अगदीं पलीकडे, व पूर्वेकडील व पश्चिमेकडील त्या त्या दिशेला तसेच कोठें तरी दुर्गम प्रदेशांत आहेत. दक्षिण दिशेस अंतरिक्षांत, पर्वताच्या कड्यांवरून त्या दिशेला वळसा घालून जाणारी अशी एक मोठी नदी असून सूर्य रोज त्या नदींतून नावेंत बसून प्रवास करतो. त्याची दररोज 'अस्त' नामक काळोखाच्या राक्षसाशीं झुंज होत असते. ह्या नदीचें पात्र चांगलें रुंद असल्यामुळें त्याला आपला मार्ग बदलतां येतो. तो आपली नांव हिंवाळ्यांत नदीच्या पैलतीरानें व उन्हाळ्यांत अलीकडच्या कांठानें नेत असतो. ताऱ्यांनां मिसरी लोक आकाशांत टांगलेल्या ज्योती समजत असत असें दिसतें, पण त्यांच्या आकाशांतील दैनिक भ्रमणाची उपपत्ति त्यांनीं कशी लावली होती तें कळत नाहीं. बहुधा ह्या भ्रमणासंबंधीं सर्वमान्य झालेली अशी कोणतीच उपपत्ति त्यांजवळ नसावी.

विश्वोत्पत्तिविषयक कल्पना.—विश्वोत्पत्तीसंबंधीं देखील सर्व देशभर मान्य असलेली अशी एकहि कल्पना नव्हती. प्रत्येक प्रांताचा देवतासंघ दुसऱ्या प्रांताहून भिन्न असून विश्वोत्पत्तीची कथाहि कांहीं तरी निराळीच असे. एकाच देवतेस श्रेष्ठत्व कोठेंहि आलें नव्हतें. विश्वोत्पत्तीच्या कथांतील सर्वांत मजेदार कथा म्हटली म्हणजे, निशादेवता नुइट हिला तिच्या इच्छेविरुद्ध तिचा प्राणवल्लभ (सिबू पृथ्वीदेवता) ह्याच्या बाहुपाशांतून सोडवून त्याच्या धडपडीस न जुमानतां वर उचलण्यांत आलें ही होय. नुइट ही आकाशांत आपल्या दोन हातांच्या व दोन पायांच्या आधारावर राहिली असून तिच्या हातापायांचें स्तंभांत रूपांतर झालें आहे. विश्वोत्पत्तीपूर्वी इतस्ततः जें पाणी पसरलें होतें त्यांतून बाहेर आलेल्या 'शु' नामक एका नवीन देवानें नुइटला वर उचलण्याचें काम केलें. ट्यूरिनच्या संग्रहालयांत बेट्हॅमॉन नामक एका मिसरी इसमाच्या प्रेताची पेटी ठेवली आहे तिजवर ह्या विश्वोत्पत्तीच्या प्रसंगाचें बहारदार चित्र काढलेलें आहे. मॅस्पेरो सांगतो कीं सिबूच्या ह्या धडपडींत त्याचें शरीर वांकडें तिकडें होऊन पृथ्वीच्या पृष्ठभागास उंचसखलपणा आला.

मिसरी माणसाची दृक्प्रमाणता.—येथें असा एक प्रश्न उपस्थित होतो कीं, वर वर्णन केलेल्या मिसरदेशीय कथा तत्कालीन मिसरी लोकांनांच कितपत खऱ्या वाटत होत्या ? मिसर देशचा माणूस हा अत्यंत दृक्प्रमाण होता असें आपणांस दिसून येतें. ज्या गोष्टी त्याला प्रत्यक्ष डोळ्यांनीं दिसूं शकत नाहींत त्यांची तो कधींहि कल्पना करणार नाहीं. याचें प्रमाण आपणांस त्याच्या प्रत्येक गोष्टींत पहावयास सांपडतें. त्याचे सर्व देव स्पर्शज्ञेय होते; आत्मा अमर असतो अशी त्याची समजूत होती, पण अमर शरीरावांचून त्याला अमर आत्म्याची कल्पना करतां येत नव्हती. तो मृताचें शरीर जतन करून ठेवीत असे. कारण, नाहीं तर शरीरावरोबर आत्म्याचाहि नाश होईल असें त्याला भय वाटत होतें. सर्व जग मृतात्म्यांनीं भरलें आहे अशी त्याची समजूत होती, पण त्याचे हे सर्व मृतात्मे सदेह होते. त्याचे देव सूर्यांत, चंद्रांत, ताऱ्यांत, पृथ्वींत, जलांत, किंवा पशू पक्षी व सरीसृप यांच्या देहांत वास करीत होते. तो ह्या सर्वांची पूजा करीत असे, पण त्यानें अशरीरिणी देवतेची उपासना केल्याचें कांहीं कोठें आढळून येत नाहीं. तेव्हां, त्याची विश्वाच्या रचनेसंबंधीं कल्पनाहि तशीच स्पर्शज्ञेय व यंत्रशास्त्रानुरूपच असली पाहिजे. इतर वस्तूंप्रमाणें त्यानें नभोमंडलासहि गुरुत्वाकर्षणाचे नियम लागू करून घराच्या किंवा देवळाच्या छपराप्रमाणें नभोमंडलासहि कांहीं तरी आधार असला पाहिजे असें मानलें. नभोमंडलाच्या जडत्वाची कल्पना थेट न्यूटनच्या काळापर्यंत यूरोपीयांच्या विश्वविषयक अनुमानांत दृग्गोचर होत असल्यामुळें मिसरी माणूस आकाश हा एक खरोखरच घुमट आहे असें मानीत असल्यास त्याचें आश्चर्य वाटावयास नको. आकाशस्थ ज्योती ह्या अंतराळांत अधांत्रीं तरंगत आहेत असे काव्यमय विचार प्रकट करणारे कोणी कवी मिसरदेशीयांत होऊन गेले नसतील असें नाहीं; पण तसे कोणी होऊन गेले असल्यास तत्संबंधीं अस्तित्वदर्शक पुरावा आज आपणांपाशीं उपलब्ध नाहीं. तथापि एवढें मात्र खास कीं, अशा प्रकारच्या कल्पना निघाल्या असल्या तरी त्यांनां मिसरदेशीय बहुजनसमाजांत मान्यता मिळाली नव्हती.

शुभाशुभविषयक कल्पना.—मिसर देशच्या लोकांत फलज्योतिष म्हणजे ग्रहफलशास्त्र प्रचलित नव्हतें ही जरा आश्चर्याची गोष्ट आहे. मिसरदेशीय लोकांनीं शुभ, अशुभ दिवसाची कल्पना किती हास्यास्पद करून टाकली होती तें पाहिलें म्हणजे तर याचें विशेषच नवल वाटतें. ज्या दिवशीं एखादी चांगली पौराणिक गोष्ट घडली असेल तो दिवस शुभ व ज्या दिवशीं वाईट पौराणिक गोष्ट घडली असेल तो अशुभ मानला जात असे. त्या अशुभ दिवसांत कांहीं अत्यंत अशुभ होते, कांहीं दिवशीं अशुभ होण्याचा केवळ संभव असे व कांहींचा थोडा भाग शुभ व थोडा अशुभ मानीत. शुभ दिवशीं बहुधा विशेष असें कांहींच करावयाचें नसे. फार झालें तर कोठें एखाद्या प्रसिद्ध देवळांत दर्शनास जावयाचें, किंवा घरींच तो दिवस आनंदांत घालवावयाचा. शुभ दिवशीं जें कांहीं दिसेल तें सर्वच शुभ अशी समजूत होती अशुभ दिवसांची मात्र तशी गोष्ट नव्हती. त्या दिवसांकरितां इतके व असल्या प्रकारचे नियम घालून दिले होते कीं, दूरदर्शीपणानें वागावयाचें झाल्यास ते ध्यानांत ठेविल्याशिवाय कोणतीच गोष्ट करतां येत नव्हती. टायबीच्या १४ व्या तारखेस गाणें वजावणें वंद ठेवावयाचें व १६ व्या तारखेस कांहीं धुवावयाचें नाहीं, फरमुठच्या २४ व्या तारखेस 'अस्त' हें नांव उच्चारावयाचें नाहीं, कांहीं ठरलेल्या दिवशीं भोजनांत मासळी वर्ज्य करावयाची इ० कांहीं नियम पाळण्यास सोपे होते. पण टायबीच्या १२ व्या तारखेस उंदीर पहावयाचा नाहीं म्हणून जो नियम आहे तो मात्र इजिप्तसारख्या उंदरांचा सुकाळ असलेल्या देशांत पाळला जाणें वरेंच कठिण आहे. सर्वांत त्रासदायक असे निर्बंध म्हटले म्हणजे कामासंबंधीं व वाहेर जाण्यायेण्यासंबंधीं होत. हे निर्बंध थोडेथोडके होते असेंहि नाहीं; उदाहरणार्थ, पाओफि नामक महिन्यांत चार दिवस कोणतेंहि काम करावयाचें नसे व पांच वेळ सर्व दिवस किंवा अर्धा दिवस घरांत बसून रहावयाचें असे. हाच नियम इतर महिन्यांसहि लागू होता. थॉथच्या २३ व्या तारखेस मूल जन्मास आलें तर आईवापांनां आनंद होत नसे; कारण तें वांचणार नाहीं अशी त्यांची पूर्ण खात्री होती. शिवाय विशिष्ट दिवशीं जे जन्मास येतील ते आंधळे किंवा बहिरे होतील अशा प्रकारच्याहि कित्येक समजुती रूढ होत्या.

बाबिलोनी लोकांचें ज्योतिर्ज्ञान

बाबिलोनी ज्योतिषशास्त्र.—इजिप्तप्रमाणें बाबिलोनमध्येंहि ज्योतिष हेंच प्रथम जन्मास आलेलें शास्त्र होतें. प्राचीन ग्रीक लोकांमध्यें बाबिलोनीयांची चहा होण्यास त्यांचें ज्योतिषविषयक ज्ञानच विशेषतः कारणीभूत झालें. हॉमेल नामक जर्मन पंडित म्हणतो कीं, "आपलें कालविभागपरिकल्पन मूळचें बाबिलोनी आहे. सात दिवसांचा आठवडा, वारांनां दिलेलीं ग्रहांचीं नांवें व कालविभागार्थ तासांची व महिन्यांची योजना ह्या सर्व गोष्टी मुळांत बाबिलोनी लोकांपासून उसन्या घेतल्या आहेत."

मिसरी व बाबिलोनी ज्योतिषांची तुलना.—तथापि बाबिलोनी उर्फ खाल्डी (आधुनिक लेखक खाल्डी हें नांव विशेषतः बाबिलोनच्या उत्तरकालीन इतिहासासाठींच राखून ठेवतात) लोकांनीं म्हणजे मिसरदेशीयांच्या पुढें कांहीं विशेष अद्भुत प्रगति केली होती अशांतला भाग नाहीं. चंद्रसूर्यांच्या गतीचें ज्ञान होण्यास बुद्धीपेक्षां चिकाटी धरून निरीक्षण करण्याचीच अधिक आवश्यकता असते. खाल्डी व मिसरी ज्योतिष्यांच्या निरीक्षणामध्यें मुख्य फरक हा होता कीं, बाबिलोनी माणसास चंद्राचें महत्त्व सर्वांहून अधिक वाटत होतें, तर मिसरी माणूस हा मुख्यत्वेंकरून सूर्योपासक असल्यामुळें त्याच्या दृष्टीनें सूर्यविषयक चमत्कार सर्वांत जास्त महत्त्वाचे होते. तथापि सौर वर्षाची कल्पना इतकी ठळक आहे कीं, ती खाल्डी माणसाच्या डोक्यांत आल्याशिवाय राहणें शक्य नव्हतें. असें असतांहि त्याचें कालमापनाचें परिमाण तीस दिवसांचा चांद्र महिना हेंच असून त्याच्या वर्षांत बारा चांद्रमास म्हणजे ३६० दिवस होते. ह्या काळाचा वास्तविक वर्षाशीं मेळ बसत नाहीं हें तो पूर्णपणें जाणून होता. ही चूक दुरुस्त करण्यासाठीं त्यानें सहा वर्षांत एक महिना अधिक धरण्याची जी योजना केली होती तिजवरून त्याला सौरवर्षापेक्षां चांद्रमासाचें महत्त्व अधिक वाटत होतें ही गोष्ट स्पष्ट होते. बाबिलोनी लोकांची व असुर लोकांची अधिक मास धरण्याची पद्धत एकसारखी नव्हती. बाबिलोनियामध्यें एलुल व अदर नांवांचे दोन अधिक मास होते, तर असुर लोकांत द्वितीय अदर [हिब्रू लोकांचा व्हे अदर] नामक एकच अधिक मास असे. दोन राष्ट्रांमधील या फरकावरून देखील पुन्हा हीच गोष्ट सिद्ध होते कीं चांद्रमास हाच ह्या लोकांच्या दृष्टीनें खरा महत्त्वाचा होता; चांद्रवर्षाचा सौरवर्षाशीं मेळ कसा घालावयाचा हा प्रश्न दुय्यम महत्त्वाचा असून तो ज्याच्या त्याच्या इच्छेनुरूप सोडविला गेला होता.

सौर मानाचें गौणत्व.—तथापि मोठा काल मोजण्यासाठीं सौर वर्ष फार सोईचें असतें ही गोष्ट हे लोक विसरले नव्हते. असुर राजांच्या कारकीर्दींचीं वर्षें ह्या पद्धतीनेंच मोजलेलीं आढळतात. असुर लोक आपल्या राजाची कारकीर्द राज्यारोहणाच्या दिवसापासून न मोजतां त्या दिवसाच्या अगोदरच्या किंवा नंतरच्या वर्षारंभदिनापासून मोजीत असत. उपलब्ध असलेल्या कित्येक उदाहरणांवरून असें दिसतें कीं, राजाची कारकीर्द राज्यारोहणाच्या जवळील वर्षारंभदिवसापासून मोजली जात असावी. ह्या वर्षप्रतिपदेपासून सुरू होणाऱ्या वर्षास कारकीर्दीचें पहिलें वर्ष समजत असत. तथापि बाबिलोनी व असुर राजांच्या तारखांत पहिलें राज्यारोहणवर्ष हेंच कारकीर्दीचें पहिलें वर्ष धरल्याचींहि उदाहरणें सांपडतात. बाबिलोनी लोकांच्या दृष्टीनें सौर वर्षास विशेष महत्त्व नव्हतें या गोष्टीस उपर्युक्त कालगणनेंतील संदिग्धता हा आणखी एक पुरावा आहे.

बाबिलोनी महिना व आठवडा.—असुर लोकांच्या महिन्यास 'चंद्रदर्शना' च्या संध्याकाळपासून आरंभ होत असे; परंतु कांहीं कारणामुळें ह्या प्रथम दिवशीं जर चंद्र दिसला नाहीं तर मात्र मागच्या महिन्याच्या आरंभानंतर ३० दिवसांनीं नवीन महिन्याचा आरंभ धरला जाई. चांद्र मास वास्तविक २९॥ दिवसांचाच असल्यामुळें महिन्या महिन्यांमध्येंच मेळ बसविण्यासाठीं कांहींतरी तरतूद अवश्य होती. ही अडचण बहुधा एकआड एक महिना २९ दिवसांचा धरून दूर केली असावी असें थॉंपसन याचें मत आहे. बाबिलोनी लोकांमध्यें सहा वर्षांहून कमी दिवसांनींच अधिक महिना धरला जात असावा अशी थॉंपसन यास शंका येते. वस्तुतः, चांद्रमासाचा सौरवर्षाशीं कसा मेळ घातला जात होता हा प्रश्न अद्याप निर्णायक रीतीनें सोडविला गेला आहे असें त्यास मुळीं वाटतच नाहीं. महिन्याच्या पहिल्या २८ दिवसांचे चार भाग करून त्यांचे सात सात दिवसांचे चार आठवडे केलेले होते व सातव्या, चौदाव्या, एकविसाव्या व अठ्ठाविसाव्या दिवसांनां सॅबाथ हें नांव असून त्या दिवशीं सर्व लोकांस काम करण्याची मनाई होती ही गोष्ट मात्र निश्चित आहे [जॉर्ज स्मिथ, दी असिरियन कॅनॉन]. हिब्रू लोकांतील सॅबाथच्या चालीचें हेंच मूळ असून हिब्रू लोकांपासून पुढें ती पाश्चात्यांनीं घेतली व पाश्चात्यांकडून आज ती आपणांवर रविवारच्या सुट्टीच्या रूपानें लादली गेली आहे. पाश्चात्यांतील कांहीं धर्मभोळ्या लोकांत सात ह्या संख्येस अद्यापहि जें पावित्र्य आहे त्याचा उगमहि असुर लोकांपासूनच होतो. असुर लोकांनां सिन (चंद्र),समस (सूर्य), उमुन्पॉंदु [गुरु], दिलवत् (शुक्र), कैमनु [शनि], गुदुद (बुध) व मुस्तवर्द-मुतनु (मंगळ) हे सात 'ग्रह' ठाऊक असून त्यांवरून त्यांनीं सात ह्या संख्येस पवित्र ठरविलें होतें [थॉंपसन]. जवळ जवळ बारा चांद्रमास मिळून एक सौरवर्ष होत असल्यामुळें बारा ह्या संख्येसहि त्यांच्यामध्यें विशेष महत्त्व आलें होतें. त्यांनीं क्रान्तिवृत्ताचे बारा राशींमध्यें जे बारा विभाग केले ते आज जगांतील सर्व राष्ट्रांमध्यें प्रचलित आहेत. संख्या व्यक्त करण्यासाठीं त्यांनां जुन्या-व आज जिला आपण सर्वोत्कृष्ट समजतों त्या-दशमान पद्धतीपेक्षां द्वादशमानपद्धतीच अधिक पसंत पडली [पृष्ठ ८४ पहा] याचेंहि हेंच कारण असलें पाहिजे.

बाबिलोनी वर्षारंभ.—बाबिलोनी व मिसरी वर्षांमध्यें दुसरा फरक म्हटला म्हणजे बाबिलोनी लोकांचा वर्षारंभ कर्कसंक्रांतीच्या ऐवजीं वसंतसंपाताच्या सुमारास होत असे. वर्षारंभासाठीं वसंतसंपाताचा काळ पसंत करण्याचें कारण, युफ्रेटिस व तैग्रिस ह्या नद्यांनां त्या सुमारास पूर येत असतात हें असावें असें लॅकिअर यानें सुचविलें आहे. मेसापोटेमियामधील पूर इजिप्त देशांतील पुरांइतके महत्त्वाचे नसले, तरी तो चमत्कार इतका ठळक आहे कीं त्याचा ऋतू ठरविण्याच्या कामीं उपयोग केला गेला असल्यास त्यांत नवल नाहीं. ऋतुनिश्चयाच्या कामीं महातारकांचा किंवा वसंतसंपाताचा उपयोग करून घेत असतांहि असुर लोकांनीं आपल्या चंद्राचें श्रेष्ठत्व कमी होऊं दिलें नाहीं ही गोष्ट ध्यानांत ठेवण्यासारखी आहे. कारण, त्यांचा वर्षारंभ बरोबर वसंतसंपातास होण्याच्या ऐवजीं वसंतसंपातापूर्वीं सुरू होणाऱ्या चांद्रमासाच्या प्रथम दिवसापासून धरला जात असे.

बाबिलोनचें फलज्योतिष.—थॉंपसन यानें डायोडोरसचा उतारा देऊन असें दाखविलें आहे कीं बाबिलोनचे पुरोहित जे कांहीं ताऱ्यांचे वेध घेत होते ते मुख्यतः कुंडली वर्तविण्यासाठींच होत. तो पुढें आणखी असेंहि सांगतो कीं, " मेसापोटेमियांतील कांहीं फलज्योतिषानें ग्रीस व रोम ह्या मार्गानें पाश्चात्य देशांत प्रवेश केला असून पाश्चात्य संस्कृतीमध्यें आज ज्या वेडगळ समजुती दृग्गोचर होतात त्यादेखील मेसापोटेमियांतील प्राचीन लोकांतूनच इकडे आल्या असल्याचा बराच संभव आहे. असुर देशच्या असुरबनिपाल नामक राजानें (ख्रि. पू. ६६८-६२६) आपल्या कारकीर्दींत प्राचीन बाबिलोनी फलज्योतिषावरील ज्या कित्येक लिखाणांची निनिव्हि येथील आपल्या ग्रंथालयांत भर घातली (प्राचीन बाबिलोनीयांचें फलज्योतिष अर्थात् थोडाफार फरक करून सुमेरियन लोकांपासूनच उसनें घेतलेलें होतें.) त्यांतील कांहीं पुस्तकें तर अगडेचा राजा पहिला सारगॉन याच्या वेळीं (ख्रि. पू. ३८००) लिहिलेलीं होतीं असें म्हणतात. इतकें जुनें वाङ्मय बुडाशीं असल्याकारणानें प्रत्यहीं घडणाऱ्या गोष्टींवरून शकुन वर्तविण्याची विद्या शेवटच्या असुरसाम्राज्यांत इतक्या थराला पोंचली होती कीं,तिजमुळें नियतकालिक अहवाल प्रसिद्ध करण्याची एक पद्धत तेथें प्रचारांत आली. ह्या अहवालांच्या द्वारें पृथ्वीवर व आकाशांत ज्या कांहीं गोष्टी घडल्या असतील त्या सर्वांची माहिती व फलज्योतिषासून निघणारें पुढील गोष्टींचें भविष्य राजास वेळोवेळीं विदित केलें जात असे. फलज्योतिष्यांच्या जागांवर असलेले लोक चांगले उच्च दर्जाचे असत व त्यांच्या जागा वंशपरंपरा चालत. हे अहवाल उत्तरेस असुर व दक्षिणेस एरेक अशा अगदीं विरुद्ध टोंकांस असलेल्या शहरांतून जात असल्यामुळें ते धांवत्या जासुदांबरोबर किंवा चपळ घोडेस्वारांबरोबर रवाना होत असले पाहिजेत. दिलवत कुठा, निप्पुर व बुरसिप्पा या पुरातन कालच्या निरनिराळ्या शहरांतून राजाकडे अहवाल जात असल्यानें राजास आपल्या साम्राज्यांत कोठें काय चाललें आहे हें सर्व कळत असे. "

बाबिलोनी कालविभाग व कालमापक यंत्रें.—बाबिलोनी फलज्योतिषविषयक लेखांतील कांहीं उल्लेखांवरून थॉंपसन यानें असें अनुमान बांधलें आहे कीं, खाल्डी ज्योतिष्यांजवळ वेळ मोजण्याचें यंत्रासारखें कांहीं तरी साधन असलें पाहिजे. इ. स. २०० च्या सुमारास होऊन गेलेल्या सेक्टस एम्पिरिकस यानें खाल्डी लोकांस घटिकायंत्र ठाऊक होतें असें म्हटलें आहे; व हिरोडोटसच्या मतें ग्रीकांच्या

कालमापनांतील कांहीं विभाग बाबिलोनी लोकांपासून घेतलेले आहेत असें तो निदर्शनास आणतो. बाबिलोनी लोकांचें दिवस व रात्र मोजण्याचें कस्बु नामक दोन तासांचें एक परिमाण होतें ही गोष्टहि वरील अनुमानासच पुष्टि देते. वसंतसंपाताच्या दिवसासंबंधीं एका अहवालांत त्या दिवशीं सहा कस्बूंचा दिवस व सहा कस्बूंची रात्र होती असें म्हटलें आहे.

चंद्रावर बसविलेले शकुन.—बाबिलोनचे फलज्योतिषी त्यांनां परिचित असलेल्या सर्वच ताऱ्यांचा भविष्य वर्तविण्याकडे शकुनासारखा उपयोग करून घेत होते, तरी चंद्राकडे त्यांचें सर्वांत ज्यास्त लक्ष्य असे. ते चंद्रकोरीचें काळजीपूर्वक निरीक्षण करीत असत.व चंद्रकोर जर बारीक असली तर ज्याच्यावर राजा हल्ला करील त्यावर त्याला जय मिळेल,किंवा सायंकाळीं जर चंद्र वराच खालीं दिसला तर एखादा दूरचा देश पादाक्रांत होणार, अशा प्रकारच्या त्यांच्या समजुती होत्या. चंद्रसूर्यांचा परस्परसंबंधहि त्यांनां वारंवार पहावा लागे. चंद्र व सूर्य हे दोन्ही एकाच वेळीं क्षितिजावर आहेत काय, एकाचा उदय व दुसऱ्याचा अस्त बरोबर होतो काय, असल्या गोष्टींचें ते निरीक्षण करीत. आकाशांतील प्रत्येक चमत्काराचा मनुष्याच्या आणि त्यांतल्या त्यांत विशेषतः राजाच्या—सुखदुःखाशीं निकट संबंध जोडलेला असे. कारण हा सर्व खटाटोप राजाच्या खर्चानेंच केला जात असल्यामुळें सर्वांच्या अगोदर त्याच्याचसंबंधीं भविष्य वर्तविणें अवश्य होतें. सृष्टींतील प्रत्येक चमत्काराचा शकुनासारखा उपयोग करणें ही ताऱ्यांवरून शुभाशुभ शकुन ठरविण्याच्या पुढचीच पायरी असल्यामुळें बाबिलोनी भविष्यवाद्यांनीं सृष्टींतील प्रत्येक चमत्काराचा मनुष्याच्या बऱ्यावाइटाशीं संबंध जोडला असल्यास त्यांत नवल नाहीं.

विश्वाच्या रचनेसंबंधीं विचार.—खाल्डी लोकांच्या लिखाणांवरून त्यांची विश्वाच्या रचनेसंबंधीं काय कल्पना होती हें स्पष्ट कळत नाहीं. बहुधा खाल्डी लोकांनांच ह्या विषयाची स्पष्ट कल्पना नसल्यामुळें त्यांच्या लिखाणांत त्यांच्या कल्पनेची अस्पष्टता उतरली असावी. त्यांच्या लिखाणांतील गूढ उल्लेखांवरून त्यांच्या विश्वरचनेसंबंधीं कल्पनेचा जो कांहीं आपणांस बोध होतो तो असाः पृथ्वी हें एक वर्तुलाकृति मैदान असून तें एका वर्तुलाकृति मोठ्या नदीनें वेष्टिलेलें आहे. ह्या नदीपलीकडे दुर्भेद्य पर्वतांचा एक तट असून त्याच्यासुद्धां ही सर्व पृथ्वी एका अत्यंत अफाट अशा समुद्रांत ठेवलेली आहे. पृथ्वीभोंवतीं असलेल्या पर्वतांच्या तटावर आकाशाचा घुमट बसविला आहे. खाल्डी लोकांच्या सदरहू विश्वरचनाविषयक कल्पनेवरून ताऱ्यांच्या दैनंदिन परिभ्रमणाची उपपत्ति लावणें अत्यंत दुर्घट आहे. वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, मिसरदेशीयांप्रमाणेंच खाल्डी लोकांनांहि, आकाशांतील ताऱ्यांचें अत्यंत दक्षतापूर्वक निरीक्षण करूनहि, विश्वरचनेसंबंधीं समाधानकारक अशी कोणतीच उपपत्ति शेवटपावेतों लावतां आली नाहीं.

ग्रीक लोकांचें ज्योतिर्ज्ञान

ग्रीकांचें ज्योतिर्ज्ञान.—ग्रीकांमधले कोपर्निकस व न्यूटन यांच्या तोडीचे ज्योतिर्विद ह्मणजे आरिस्टार्कस व एराटॉस्थिनीझ हे होत. ते ख्रि०पू०दुसऱ्यातिसऱ्या शतकाच्या सुमारास झाले. त्यांच्या शोधाविषयीं सविस्तर माहिती देण्यापूर्वी ज्योतिषांतील ग्रीकांच्या आरंभापासूनच्या प्रगतीचा येथें थोडक्यांत उल्लेख केला म्हणजे पुरे; कारण त्या संबंधाची विशेष माहिती मागील प्रकरणांत आलीच आहे. आरिस्टार्कस वगैरे उत्तरकालीन ज्योतिर्विद व पूर्वकालीन थेलीझ [थेल्स] पायथॅगोरस, अनॅक्सॅगोरस इत्यादि विद्वान् यांच्यामध्यें मुख्य फरक असा आहे कीं, पूर्वकालीन पंडित मुख्यतः तत्वज्ञानाचा विचार करणारे होते; त्यांचा ज्योतिषावर मुख्य भर नव्हता. म्हणून त्यांच्या ज्योतिषशास्त्रीय ज्ञानाचा उल्लेख त्यांच्या एकंदर शास्त्रीय पांडित्याच्या बरोबर मागील प्रकरणांत केला आहे.

ग्रीकांतील पहिला ज्योतिर्विद थेलीझ हा होय. त्याला ग्रहणें वर्तवितां येत होतीं. त्यानंतरचा जाडा विद्वान पायथॅगोरस; पृथ्वी गोलाकार आहे असें अनेक प्रमाणांनीं त्यानें सिद्ध केलें. सूर्य, चंद्र, तारे व विश्वरचना यासंबंधानें विशेष महत्वाचे विचार पुढें मांडणारा विद्वान अनॅक्सॅगोरस हा होता. सूर्य हा एक लाल तापलेल्या लोखंडाचा गोळा आहे, चंद्रावर घरें, पर्वत, खोरीं वगैरे सर्व आहे, अकाशगंगा हा सूर्याचा परिवर्तित प्रकाश आहे, आकाशांतील तारे मूळ पृथ्वीपासून निघाले असून पुढें केंद्रोत्सारक शक्तीचा लोप होऊन ते सर्व पुन्हां पृथ्वीवर येऊन आदळतील, इत्यादि अनेक ज्योतिःशास्त्रविषयक प्रश्नांवर त्यानें आश्चर्यकारक मतें प्रदर्शित केलीं. आरिस्टॉटल हा यानंतरचा महापंडित आहे. पण यानें ज्योतिषशास्त्रांत नवीन शोधाची भर मुळींच घातली नाहीं, इतकेंच नव्हे तर पायथॅगोरसपंथी विद्वानांच्या, पृथ्वीला गति आहे या मताला जोराचा विरोध करून ती स्थिर आहे असें आपल्या ग्रंथांत लिहून ठेविलें, आणि त्याच्या अनेक सर्वमान्य मतांबरोबर हें चुकीचें मतहि पुढें कित्येक पिढ्या सर्व यूरोपांत ग्राह्य होऊन राहिलें.

प्राचीनकाळचा कोपर्निकस, आरिस्टार्कस.—मागें पृष्ठ २६२ वर दिलेल्या संदर्भावरून आरिस्टार्कस हा आर्किमिडीझचा समकालीन असला पाहिजे हें स्पष्ट दिसतें. आकाशस्थ ज्योतींचे वेध घेण्याचें काम आरिस्टार्कसनें ख्रि. पू. ३ ऱ्या शतकाच्या मध्यापूर्वीच सॅमॉस येथें मोठ्या जोरानें सुरू केलें होतें. ह्या सुमारासच अलेक्झांड्रियन काळांतल्या विद्वानांचें कर्तृत्व अत्यंत उच्च सीमेला पोहोंचलें होतें. यानंतर कांहीं कालानें होऊन गेलेल्या हिप्पार्कसला आपल्या स्वतःच्या शोधांची आरिस्टार्कसनें लिहून ठेविलेल्या माहितीशीं तुलना करावयास सांपडली होती; आणि आरि-

स्टार्कसच्या वसतिस्थानापासून दूर अंतरावर रहात असलेल्या त्याच्या वेळच्या आर्किमीडीझलाहि त्याच्या ग्रंथांबद्दल व संशोधनाबद्दल माहिती होती, ही गोष्ट मागील प्रकरणांत सांगितलीच आहे. तथापि, प्राचीन काळीं इतक्या प्रसिद्धीस चढलेल्या या पंडिताच्या आयुष्यांतील प्रसंगांविषयीं आपणांला मात्र बहुतेक पूज्यच माहिती मिळते. त्याच्या एकंदर ग्रंथांपैकीं आज आपणांस फक्त एकच उपलब्ध आहे. परंतु याच ग्रंथांत सूर्यचंद्रांविषयीं अत्यंत महत्वाची व आश्चर्यकारक अशी माहिती लिहून ठेविलेली आहे. दुर्दैवानें, सूर्य व पृथ्वी यांच्या स्थानांसंबंधीं आरिस्टार्कसचें मत काय होतें याविषयीं या ग्रंथांत उल्लेख नाहीं. पण पृष्ठ २६२ वर उल्लेखिलेल्या आर्किमीडीझच्या लेखांत ती माहिती अगदीं निःसंदिग्ध भाषेंत दिलेली असून तिला दुसऱ्या कित्येक ऐकीव गोष्टींवरूनहि पुष्टि मिळालेली आहे.

आरिस्टार्कसची सूर्यमालेसंबंधीं कल्पना.—तेव्हां सॅमॉस येथील या ज्योतिषशास्त्रांतलि पंडिताविषयीं लिहावयाचें म्हणजे सूर्यमालेच्या एकंदर रचनेसंबंधींचा अत्यंत अवघड प्रश्न बहुतांशीं ज्यानें सोडविला होता अशा पंडिताविषयीं लिहावयाचें हें उघड आहे. सूर्यमालेविषयींचा सिद्धान्त आरिस्टार्कसनें अगदीं स्पष्ट भाषेंत पुढें मांडलेला होता असें वरील आर्किमिडीझच्या लेखावरून उघड दिसतें. आरिस्टार्कसला त्या विषयाची केवळ अस्पष्ट कल्पना होती असें नसून त्यानें तो आपला एक ठाम सिद्धांत म्हणून पुढें मांडलेला होता. आरिस्टार्कसचा हा सिद्धांत जर तेव्हांपासून ज्योतिषशास्त्रांत सर्वमान्य होऊन राहिला असता तर त्या शास्त्राच्या तदनंतरच्या इतिहासास अगदीं निराळेंच स्वरुप प्राप्त झालें असतें, व आपली पृथ्वी हा कांहीं एकंदर विश्वाचा मध्यबिंदु नव्हे, असें अत्यंत क्रान्तिकारक वाटणारें तत्त्व प्रतिपादन करण्यास कोणाहि आधुनिक काळांतील कोपर्निकसची जरूर पडली नसती; किंवा आरिस्टार्कसच्या मृत्यूनंतर दोन हजार वर्षांनीं १७ व्या शतकांत हेंच विशिष्ट तत्व प्रतिपादन करणाऱ्या कोणा ब्रूनोस किंवा गॅलिलीओस छळ सोसावा लागल्याचें शास्त्रेतिहासांत नमूद करून ठेवण्याचा लज्जास्पद प्रसंग आला नसता. पण, सॅमॉस येथील ज्योतिषशास्त्रज्ञाचें उपरिनिर्दिष्ट तत्त्व त्याच्या पुढील काळांत मान्यता पावलें नाहीं. मनुष्यमात्राच्या सामान्य दृष्टीला रोज खरें भासणारें—पृथ्वी हाच विश्वाचा मध्यबिंदु आहे हें—जुनें-पुराणें तत्व बहुतेक ज्योतिर्विदांनीं व विशेषतः आरिस्टॉटलानुयायी, तत्त्ववेत्त्यांनीं मान्य केल्यामुळें रूढ होऊन बसलें. अलेक्झांड्रियन काळांतील नंतरच्या पंडितांनींहि त्याच मताला पुष्टि दिली; आणि त्यामुळें आरिस्टार्कसचा सूर्यकेंद्रीय सिद्धांत इतका लुप्त झाला कीं, पूर्वीं एके काळीं त्याचा पुरस्कार करणारा कोणी पंडित होऊन गेला होता या गोष्टीची कोणाला जाणीवहि राहिली नसती; पण मागें दिलेल्या आर्किमीडीझच्या उताऱ्यांत त्या गोष्टीचा उल्लेख आलेला असल्यामुळेंच केवळ या विद्वान् पंडिताची व त्याच्या अद्वितीय सिद्धान्ताची माहिती आपणांस आज होत आहे. हें सूर्यकेंद्रीय तत्त्व ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकांतील एका पंडितानें प्रतिपादन केलें होतें हें त्या काळाला अत्यंत भूषणास्पद आहे. कारण, तेंच तत्त्व खरें असल्याचें आतां निर्विवाद सिद्ध झालें आहे. अर्थात् एवढें मोठें गहन कोडें उकलण्यास बरेंच संशोधन, परीक्षण व अनुमानपरंपरा लागली असली पाहिजे हें उघड आहे. हा सिद्धान्त कोणकोणत्या पायऱ्यांनीं विकास पावत गेला याची नक्की माहिती सांगणें आज बहुतेक अशक्य आहे. तथापि त्यासंबंधाची सामान्य माहिती देतां येण्यासारखी आहे, आणि ती येथें दिल्याशिवाय गत्यंतर नाहीं.

आरिस्टार्कसच्या कल्पनेचें पूर्वकालांतील बीज.—आरिस्टार्कसच्या ह्या सिद्धांताचा इतिहास बरोबर लक्षांत येण्याकरितां एक किंवा दोन शतकें मागें जाऊन त्या काळांतील सॅमॉस शहरांतल्याच पायथॅगोरस नांवाच्या सुप्रसिद्ध नागरिकाची आठवण केली पाहिजे. या पायथॅगोरसच्या काळांतच आपल्या या पृथ्वीला कांहींतरी गति आहे, ही कल्पना अस्तित्वांत आलेली होती. पायथॅगोरससंबंधानें लिहितांना मागें सांगितलेंच आहे कीं, या बाबतींत स्वतः पायथॅगोरसचें मत काय होतें हें नक्की सांगतां येत नाहीं. तथापि, पृथ्वीच्या गतीसंबंधाचें मत हें पायथॅगोरसच्या पंथांतील एक तत्त्वच होऊन बसलें होतें यांत मात्र शंका नाहीं. आपल्याला जी माहिती आहे तेवढ्यावरून एवढें खास दिसतें कीं, इतर सर्व पंथांचे तत्त्ववेत्ते पृथ्वी सपाट आहे असेंच मानीत असत; पण पायथॅगोरसचे अनुयायी मात्र पृथ्वी वाटोळी असून स्वतः तीच फिरत असल्यामुळें आकाशांतील एकंदर ग्रह व तारे आपल्या पृथ्वीभोंवतीं फिरत असल्याप्रमाणें आपणांस भासतात. तथापि पायथॅगोरसनें पृथ्वी एका निश्चित अशा वर्तुलाकार मार्गानें सूर्याभोंवतीं फिरत आहे असा नक्की सिद्धांत काढला असल्याचें मात्र दिसून येत नाहीं. उलट पक्षीं एकंदर विश्वाचा सूर्य हा केंद्र नसून केन्द्रस्थानीं एक प्रचंड मध्यवर्ती अग्नि आहे, व आपली ही मानवाधिष्ठित पृथ्वी त्या अग्नीपासून निराळ्या दिशेलाच वळलेली असल्यामुळें तो अग्नि आपणांस दिसत नाहीं, अशी पायथॅगोरसच्या अनुयायांची कल्पना होती. त्यांचें असें मत होतें कीं, सूर्य हा एक भला मोठा आरसा असून त्यावरून परावर्तन पावून मध्यवर्ती अग्नीचा प्रकाश आपल्या पृथ्वीवर पडत असतो. पृथ्वी व सूर्य हे दोघेहि आपआपल्या कक्षामार्गांत त्या अग्नीभोंवतीं फिरत आहेत. शिवाय त्यांचें असेंहि एक चमत्कारिक मत होतें कीं, तो मध्यवर्ती अग्नि व आपली पृथ्वी यांच्यामध्यें एक अदृश्य व पृथ्वीसमानच गोल आहे. या गोलास त्यांनीं प्रति-पृथ्वी असें नांव दिलें होतें. हा गोलहि त्या अग्निभोंवतीं फिरत असून तोच सूर्य व चंद्र यांच्यावर पडणाऱ्या मध्यवर्ती अग्नीच्या प्रकाशाच्या आड येत असतो, व त्या ग्रहणांस पृथ्वीची छाया कारणीभूत झालेली

नाहीं तीं अशा रीतीनें घडून येतात असें ते प्रतिपादन करीत. ग्रहणांचें कारण ठरविण्याकरितांच प्रतिपृथ्वीचें अस्तित्व त्यांनीं कल्पिलेलें असावें असें वाटतें. पण वर सांगितलेल्या कारणाशिवाय प्रतिपृथ्वी मानण्याचें आणखीहि एक कारण दिसतें. पायथॅगोरियन पंथाचे लोक १० ही संख्या विशेष पवित्र मानीत असत. पूर्वीच्या बाबिलोनियन लोकांत व त्याचप्रमाणें नंतरच्या हेगेलियन तत्त्ववेत्त्यांत सात ही संख्या व आकाशांतील ग्रहांची संख्या यांच्यामध्यें कांहीं विशेष पवित्र संबंध आहे अशी समजूत प्रचलित होती. तदनुसार पायथॅगोरियन तत्त्ववेत्त्यांचेंहि एकंदर विश्वाच्या रचनेचा दहा या संख्येशीं संबंध आहे, असें एक मत होतें. आकाशांतील अचल ग्रहांची संख्या त्यांच्या गणनेप्रमाणें नऊ भरत होती म्हणून दहा ही संख्या पुरी करण्याकरितां त्यांनीं उपरिनिर्दिष्ट प्रतिपृथ्वी नामक गोलाचें अस्तित्व कल्पिलें होतें.

सूर्यमालेसंबंधाच्या कल्पनेची वाढ.—प्रतिपृथ्वीसंबंधाच्या कल्पनेची उत्पत्ति व वाढ कशी झाली याची आणखी माहिती येथें देतां येत नाहीं; तथापि ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांत पायथॅगोरियन पंथांतील हें मत लोकांमध्यें बरेंच प्रचलित झालेलें होतें, यांत मात्र शंका नाहीं. अनॅक्सॅगोरसनें ग्रहणांची मीमांसा करतांना वरील प्रतिपृथ्वीचें अस्तित्व गृहीत धरलेलें आहे; तथापि पृथ्वी वाटोळी आहे हें मत मात्र त्याला मान्य नव्हतें. पायथॅगोरसच्या तत्त्वांपैकीं कांहीं फिलोलेअस व हेराक्लायडीझ यांनांहि कबूल असल्याचें प्रसिद्ध आहे. युडॉक्सस हा आशियामायनरमध्यें ख्रिस्तपूर्व चवथ्या शतकांत होऊन गेला; त्यानेंहि इतरांप्रमाणें आकाशस्थ गोलांसंबंधानें माहिती मिळविली होती, व आपली पृथ्वी गतियुक्त आहे असें त्याचें मत होतें. त्याचप्रमाणें नायसीटस याचेंहि, पृथ्वी फिरत असते, असें मत असल्याची वदंता आहे. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे आज आपणांस जी माहिती उपलब्ध आहे तिजवरून, पायथॅगोरियन पंथाच्या अगदीं आरंभापासून आरिस्टार्कसच्या काळापर्यंतच्या तत्त्ववेत्त्यांमध्यें पृथ्वी अचल नसावी अशा तऱ्हेचें मत असणारे कित्येक इसम होते असें स्पष्ट दिसतें; आणि असलें क्रांतिकारक मत प्रतिपादन करणारे बहुतेक तत्त्ववेत्ते आशियामायनरमध्येंच होऊन गेलेले होते. तेव्हां या सर्व मतांपासून निघणारीं तर्कशुद्ध अनुमानें व सिद्धान्त स्पष्टपणें मांडणारा अखेरचा तत्त्ववेत्ताहि सॅमॉस शहरांतील असावा हें मागील इतिहासपरंपरेला धरूनच आहे.

सूर्यकेन्द्राच्या कल्पनेचें काठिन्य.—आतां आकाशस्थ गोल साध्या दृष्टीला दिसतात त्याप्रमाणें पृथ्वीभोंवतीं फिरत नसून पृथ्वीच खरोखर फिरत असल्यामुळें ते फिरत असल्यासारखे दिसतात, असल्या या नव्या चमत्कारिक मताला त्यावेळीं आधार तरी काय होता ? त्या वेळच्या तत्त्ववेत्त्यांची या प्रश्नांसंबंधाची मनःस्थिति कशी होती याची आज बरोबर कल्पना करणें अत्यंत कठिण आहे. सूर्यग्रहमालेसंबंधाची आधुनिक उपपत्ति व सिद्धांत हल्लीं आपल्या मनांत इतका पूर्णपणें ठसलेला आहे कीं, प्रत्यक्ष दृष्टीला दिसणाऱ्या गोष्टींच्या विरुद्ध गोष्टींवर विश्वास ठेवणें ही गोष्ट किती अवघड असते याची आपणांस कल्पना करतां येत नाहीं. पृथ्वी हाच सर्व विश्वास केंद्र आहे, ही कल्पना इतकी स्वाभाविक आहे कीं, सहज क्षणभर आकाशाकडे व क्षणभर आपल्या पृथ्वीकडे पहावें म्हणजे ती आपणांस तेव्हांच पटते. उलटपक्षीं, ग्रहमालेचा सूर्य हा केंद्र आहे, ही कल्पना येण्याला मात्र पुष्कळच भक्कम पुरावा पुढें यावयास पाहिजे. त्यामुळें प्राचीन काळच्या बहुतेक तत्त्ववेत्त्यांचें व कोपर्निकसच्या काळापर्यंत पृथ्वीवरील बहुतेक लोकांचें, पृथ्वीच विश्वाचा केंद्र आहे असें मत होतें. अगदीं अलीकडील १७ व्या शतकांतल्या टायकोब्राही या सुप्रसिद्ध पंडितानें सुद्धां सूर्यकेंद्रसिद्धांत मान्य केलेला नव्हता; पृथ्वीखेरीज इतर ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरतात इतकें सुद्धां त्याला मान्य होतें. अलेक्झांड्रियन तत्त्ववेत्त्यांचें वजन नाहींसें होण्यापूर्वींच पृथ्वीकेंद्रसिद्धांत बाहेर पडून त्याच्या साहाय्यानें आकाशस्थ गोलांविपर्यांचे डोळ्यांनां दिसणारे सर्व प्रकार व चमत्कार नीट तऱ्हेनें उलगडून दाखवितां येऊं लागले होते, हें पुढील हकीगतीवरून दिसून येईल या सर्व गोष्टी विचारांत घेतल्या म्हणजे मनुष्याच्या बाह्येंद्रियांस स्पष्ट दिसणाऱ्या स्थितीच्या अगदीं विरुद्ध असें सूर्यकेंद्रसिद्धान्तरूप शास्त्रशुद्ध अनुमान काढणाऱ्या आरिस्टार्कसच्या बुद्धीचें अधिकच कौतुक करावेंसें वाटतें.

सूर्यकेन्द्राची कल्पना आरिस्टार्कसला कशी सुचली.—तेव्हां असला हा चमत्कारिक सिद्धान्त प्रतिपादन करण्यास आरिस्टार्कसला शास्त्रीय आधार कशाचा मिळाला? सुदैवानें या प्रश्नाचें उत्तर देणें आपणांस शक्य आहे. तें उत्तर असें कीं, वरील सिद्धान्त आरिस्टार्कसनें कांहीं आश्चर्यकारक मोजमापें घेऊन त्यांवरून बसविला. प्रथम त्यानें सूर्य व चंद्र यांच्या मंडलांचीं मापें घेतलीं. पण तेवढ्यानें अर्थात् पृथ्वीपासून ते किती अन्तरावर असावेत हें ठरवितां आलें नाहीं. तसेंच त्यांचा आकार काय असावा हेंहि त्यांवरून समजेना. परंतु तें समजण्याची युक्ति तो शोधीत असतां त्याला पुढील आश्चर्यकारक, पण अगदीं साधा प्रयोग सुचला. त्याच्या असें डोक्यांत आलें कीं, जेव्हां चंद्र बरोबर अर्धा दिसत असतो तेव्हां पृथ्वी व चंद्र यांनां जोडणारी रेषा आणि चंद्र व सूर्य यांनां जोडणारी रेषा यांचा काटकोन होत असला पाहिजे. त्यामुळें अशा वेळीं पृथ्वी, चंद्र व सूर्य यांनां जोडणाऱ्या रेषांचा एक काटकोन त्रिकोण बनेल हें उघड आहे. अशा काटकोन त्रिकोणाचे गुणधर्म काय असतात तें पूर्वींच्या भूमितिशास्त्रज्ञांनीं ठरवून ठेविलेलें होतेंच. अशा त्रिकोणाच्या एका लघु कोनाचें माप कळलें कीं, त्यावरून त्याची

आकृति ठरवितां येते. म्हणून आरिस्टार्कसनें पृथ्वीपाशीं होणाऱ्या लघुकोनाचें माप घेतलें व त्यावरून राहिलेल्या कोनाचें माप ठरविलें. पण एवढ्यानें, सूर्य व पृथ्वी यांमधील अंतर काढतां येईना; कारण सदरहू त्रिकोणाच्या पायाची जी पृथ्वी व चंद्र यांनां जोडणारी रेषा तिचें माप त्याला कळलेलें नव्हतें. तथापि एवढ्या माहितीवरून पायाची रेषा व त्रिकोणाच्या इतर बाजू यांच्या अन्योन्यसापेक्ष लांबी कळूं शकतात. म्हणजे सूर्य व चंद्र यांच्या पृथ्वीपासूनच्या अंतरांचें गुणोत्तर कळूं शकतें. आरिस्टार्कसनें हें प्रमाण काढलें व सूर्य चंद्राच्या आठपट दूर असला पाहिजे असें ठरविलें. नंतर सूर्य व चंद्र यांच्या डोळ्यांनां दिसणाऱ्या आकारांचें सापेक्ष प्रमाण लक्षांत घेऊन त्यावरून " सूर्य चंद्राहून ५,८३२ हून अधिक व ८,००० हून कमी इतक्या पटींनीं मोठा असला पाहिजे, " असें त्यानें अनुमान काढलें. तथापि एवढ्यावरूनहि चंद्राचा किंवा सूर्याचा प्रत्यक्ष आकार किती आहे हें त्यास ठरवितां आलें नव्हतेंच. आरिस्टार्कसनें घेतलेलीं मापें अगदीं बरोबर होतीं असें धरून चालल्यास त्यांवरून काढलेलीं वरील अनुमानें अगदीं बिनचूक होतीं यांत शंका नाहीं. पण दुर्दैवानें, पृथ्वीजवळचा लघुकोन मोजण्याचें काम अतिशय अवघड असतें; व त्यांत अगदीं थोडीशी चूक झाली तरी एकंदर त्रिकोणाचें स्वरूप पुष्कळच वदलतें. शिवाय, चंद्र बरोबर अर्धा केव्हां होतो तें ठरविणेंहि जवळ जवळ अशक्य आहे. सूर्याचे किरण येतांना अन्तरिक्षाजवळ त्यांचें जें वक्रीभवन होतें, त्यामुळेंहि गणितांत चूक पडते. आरिस्टार्कसनें आपला प्रयोग सूर्य क्षितिजावर असण्याच्या वेळेलाच केलेला असावा, व त्यामुळें उपरिनिर्दिष्ट प्रकारची चूक त्याच्या हिशेबांत झाली असली पाहिजे. वक्रीभवनाच्या नियमाची त्याला कल्पनाहि नसल्यामुळें आरिस्टार्कसनें तो कोन ८७ अंश असल्याचें ठरविलें होतें. पण त्याचीं साधनें बिनचूक असतीं व वर दर्शविलेल्या चुका त्यानें होऊं दिल्या नसत्या, तर तोच कोन ८७ अंश व ५२ कला इतका असल्याचें त्याला आढळून आलें असतें. वास्तविक पाहतां या दोहोंमधील अंतर फारच थोडें आहे; पण तेवढ्यानेंहि सूर्य व चंद्र यांच्या पृथ्वीपासूनच्या अंतरासंबंधाचें त्यानें ठरविलेलें प्रमाण वास्तविक प्रमाणापेक्षां अगदीं वेडगळपणाचें वाटेल इतकें चुकलें. कारण, आरिस्टार्कसनंतर दोन हजार वर्षांनीं वेंडेलीन यानें आरिस्टार्कसनें केलेला काटकोन त्रिकोणासंबंधाचाच प्रयोग करून असें ठरविलें कीं, सूर्य हा चंद्रापेक्षां अठरा पटींनेंच नव्हे तर दोनशेंहूनहि अधिक पटीनें मोठा आहे. तथापि एवढ्या चुकीनेंहि आरिस्टार्कसनें योजिलेल्या प्रयोगाची व पद्धतीची शास्त्रशुद्धता यत्किंचितहि बिघडत नाहीं. सामान्य शब्दांत सांगितल्यास, पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर चंद्राच्या अंतरापेक्षां पुष्कळ पटीनें अधिक आहे, आणि सूर्य हा चंद्राच्या हजारों पटींनीं मोठा आहे हा त्याचा सिद्धान्त अगदीं अक्षरशः बरोबर आहे.

अशा रीतीनें आरिस्टार्कसला चंद्र पृथ्वीपेक्षां आकारानें लहान आहे हें नक्की कळल्यामुळें त्यानें असें अनुमान काढलें कीं, पृथ्वीपेक्षां सूर्य पुष्कळ पटीनें मोठा असला पाहिजे. त्याच्या एकंदर अनुमानांपैकीं सर्वांत महत्त्वाचें अनुमान हेंच होय. ह्याच अनुमानामुळें आरिस्टार्कसनें, ग्रहमालेचा केंद्र पृथ्वी नसून सूर्यच असला पाहिजे, असें नक्की ठरविलें. कारण, पृथ्वीपेक्षां अतिशय मोठा असलेला सूर्य हा लहानशा पृथ्वीभोंवतीं फिरत असेल ही गोष्ट त्याला मुळींच संभवनीय वाटेना. शिवाय, इतक्या दूर अंतरावर असलेला सूर्य अंतरिक्षांतून रोज चोवीस तासांइतक्या अल्प अवधींत पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा करीत असेल अशी कल्पना करणेंहि त्याला अशक्य वाटूं लागलें. पृथ्वीसारखा लहानसा गोल तिच्याहून अनेक पटींनीं मोठ्या असलेल्या सूर्याभोंवतीं फिरत असावा हेंच त्याच्या मतें जास्त सयुक्तिक होतें. इतकें मान्य केल्यावर पृथ्वीची अक्षप्रदक्षिणेची दैनंदिन गति आकाशांतील ताऱ्यांच्या स्थलांतरावरून सहज सुचण्यासारखी आहे. अशा तऱ्हेनें ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकाच्या मध्याच्या सुमारास सॅमॉसचा रहिवाशी अरिस्टार्कस यानें आपला सूर्यकेंद्रविषयक सिद्धान्त व्यवस्थित रीतीनें शास्त्रीय आधारावर पुढें मांडला.

आरिस्टार्कसचा उपलब्ध असलेला ग्रंथ.— आरिस्टार्कसनें आपला सिद्धान्त कशा प्रकारच्या अनुमानपरंपरेनें बसविला होता यावद्दलचें वर दिलेलें वर्णन केवळ कल्पनेनेंच ठरविलेलें आहे ही गोष्ट ध्यानांत ठेविली पाहिजे, कारण, खुद्द आरिस्टार्कसनें स्वतः वरील सिद्धान्त ज्यांत सोपपत्तिक लिहून ठेविलेला आहे अशा तऱ्हेचा त्याचा ग्रंथ आज उपलब्ध नाहीं तथापि, 'साइझ अँड डिस्टन्स ऑफ दी सन अँड दी मून' [सूर्य व चंद्र यांचा अकार व अन्तर] या नांवाचें एक लहानसें पुस्तक आपणांस मिळालेलें आहे त्यावरून सदरहू ज्योतिषशास्त्रज्ञानें केलेल्या विवेचनाविषयीं आणि काढलेल्या मोजमापांविषयीं इतकी व्यवस्थित माहिती मिळते कीं, त्या पुस्तकांतील कांहीं उतारे येथें दिल्याशिवाय पुढें जातां येत नाहीं. येथें पुढें दिलेल्या उताऱ्यांवरून त्याचीं मतें स्पष्टपणें कळण्यासारखीं आहेत.

" पहिली गोष्ट, चंद्राला सूर्यापासून प्रकाश मिळत असतो; तो स्वयंप्रकाशी नाहीं.

" दुसरी गोष्ट, चंद्राच्या कक्षेचा केंद्र पृथ्वी होय; म्हणजे चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतो.

" तिसरी गोष्ट, जेव्हां चंद्र अर्धा दिसतो तेव्हां त्याचा प्रकाशमय व प्रकाशहीन भाग निरनिराळे दर्शविणाऱ्या मध्यवर्ती वर्तुळाची रेषा आपणांस दिसत असते.

" चवथी गोष्ट, जेव्हां चंद्र अर्धा दिसतो तेव्हां तो त्याच्या कक्षेच्या चतुर्थांशाला तीसांश हिस्सा कमी इतक्या अन्तरानें सूर्यापासून दूर असतो. "

अलीकडील भाषेंत सांगावयाचें म्हणजे, त्यावेळीं चंद्र, सूर्य व पृथ्वी यांच्यापासून काटकोनांत नसून काटकोनाला तीन अंश कमी इतक्या कोनांत असतो, म्हणजे तो कोन ८७अंशांचा असतो. हा कोन किती असतो, हें आरिस्टार्कसनें पूर्वी मोजमाप घेऊन ठरविलेलें असेल हें उघड दिसतें.

"पांचवी गोष्ट, पृथ्वीच्या छायेचा (चंद्राला ग्रहण लागतें त्यावेळीं जी पृथ्वीची छाया चंद्राच्या कक्षेला छेदून जाते तिचा] व्यास चंद्राच्या व्यासाच्या दुप्पट असतो."

या ठिकाणींहि पूर्वी मोजमापें घेतलेलीं असल्याचें स्पष्ट दिसतें.

"सहावी गोष्ट, आकाशांत चंद्रानें व्यापलेला वर्तुलांश राशिचक्रांतील एका राशीच्या पंधरांशाइतका असतो."

म्हणजे,राशिचक्रांत एकंदर चोवीस राशी असतात म्हणून चोविसांशाचा पंधरांश–अलीकडील भाषेप्रमाणें एक अंश–इतका तो वर्तुलांश असतो.

आरिस्टार्कस पुढें म्हणतो, "वर सांगितलेल्या सहा गोष्टी मान्य केल्यास त्यांवरून हें सिद्ध होतें कीं, पृथ्वीपासून चंद्र जितका दूर आहे त्याच्या अठरापट सूर्य दूर आहे; व म्हणून चंद्राच्या आणि सूर्याच्या व्यासांचें प्रमाण तितक्या मानानें मोठें असलें पाहिजे. तसेंच पृथ्वीच्या व सूर्याच्या व्यासाचें प्रमाण तिनास एकोणीस याहून अधिक व सहास त्रेचाळीस याहून कमी इतकें असलें पाहिजे, ही गोष्ट त्यांच्या परस्परांतील अन्तरांच्या प्रमाणावरून, पृथ्वीची छाया व चंद्र यांच्या परस्परसंबंधीं स्थितीवरून व वर सांगितलेल्या चंद्राच्या वर्तुलांशावरून सिद्ध होते."

हा आपला सिद्धान्त प्रस्थापित करण्याकरितां त्यानें आपल्या पुस्तकांत यापुढें आणखी एकोणीस सिद्धान्त सांगितले आहेत. त्यांमध्यें त्याचें भूमितिशास्त्रावरील प्रभुत्व उत्तम दिसून येतें. तसेंच चंद्र, सूर्य व पृथ्वी यांचा आकार व त्यांचें परस्परांपासूनचें अंतर यांविषयींच्या त्याच्या कल्पनाहि फारच बरोबर होत्या, असें दिसून येतें. हे एकंदर हिशेब त्यानें पृथ्वी व चंद्र यांच्या छायांवरून केलेले आहेत, व त्यावरून त्याला ग्रहणांसंबंधाची माहितीहि पुष्कळ होती हें ठरतें.

आरिस्टार्कस पुढें म्हणतोः

"दहावी गोष्ट, सूर्याचा व्यास चंद्राच्या व्यासापेक्षां अठरांहून अधिक व विसांहून कमी इतक्या पटींनीं मोठा आहे, आणि सूर्य व चंद्र यांच्या आकाराचें प्रमाण ५,८३२:१ याहून अधिक व ८०००:१ याहून कमी इतकें आहे.

"सोळावी गोष्ट, सूर्याचा व्यास व पृथ्वीचा व्यास यांचें प्रमाण एकोणिसांस तीन याहून अधिक व त्रेचाळिसांस सहा याहून कमी आहे.

"सतरावी गोष्ट, सूर्याचा आकार व पृथ्वीचा आकार यांचें प्रमाण ६,८५९:२७ याहून अधिक ७९,५०७:२१६ याहून कमी इतकें आहे.

"अठरावी गोष्ट, पृथ्वीचा व्यास व चंद्राचा व्यास यांचें प्रमाण १०८:४३ याहून अधिक व६०:१९ याहून कमी आहे.

"एकोणिसावी गोष्ट, पृथ्वीचा आकार व चंद्राचा आकार यांचें प्रमाण १२,५९,७१२:७९,५०७ याहून अधिक व २,१६,०००:६,८५९ याहून कमी आहे."

आरिस्टार्कसच्या सिद्धान्तांचें महत्त्व.—आरिस्टार्कसच्या उपरिनिर्दिष्ट पुस्तकांत आतांपर्यंत सांगितलेले महत्त्वाचे मुद्दे आहेत; व त्यामुळेंच त्याचें हें पुस्तक पुढील प्रत्येक पिढीला महत्त्वाचें वाटून तें सुरक्षित ठेविलें गेलें, व म्हणून आज तें आपणांस उपलब्ध झालेलें आहे. आरिस्टार्कसची वरील प्रमाणें वास्तविक प्रमाणांशीं तुलना करून पाहतां किती चुकलेलीं आहेत तें वर सांगितलेंच आहे. तथापि तेवढ्यानें आरिस्टार्कसची योग्यता काडीमात्र कमी मानण्याचें कारण नाहीं. कारण, त्याचे प्रयोग व पद्धती अगदीं बिनचूक आहेत. व, सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी यांचे सापेक्ष आकार व अन्तरें यांविषयींचीं त्याचीं अनुमानें बऱ्याच अंशीं बरोबर आहेत. तथापि त्याच्या एकंदर हिशेबांत चंद्र, सूर्य व पृथ्वी यांचीं सापेक्ष अंतरें व आकार सांगितले आहेत; त्यांपैकीं प्रत्येकाचा प्रत्यक्ष आकार किती आहे, व कोणत्याहि दोन गोलांमधील प्रत्यक्ष अन्तर काय आहे हें कोठें ठरविलेलें नाहीं. याचें कारणहि उघड आहे. आरिस्टार्कसजवळ तसा नक्की हिशेब करण्यास लागणारें कोणतेंच साधन नव्हतें. वर सांगितलेल्या तीन गोलांपैकीं एकाचा आकार जर त्यास नक्की माहीत असता, तर तेवढ्यावरून त्यानें बाकीच्यांचे आकार तावडतोब ठरविले असते. पण पृथ्वीचा आकार ठरविण्याचें साधन त्याच्याजवळ नव्हतें त्यामुळें तितक्या मानानें आरिस्टार्कसचें गणित अपरिपूर्णच राहिलें. तथापि आरिस्टार्कस ज्या स्थानीं येऊन थांबला तेथून पुढें त्याच कालांतील एका विद्वानानें संशोधन सुरू केलें. त्यानें एक आश्चर्यकारक प्रयोग करून पृथ्वीचा आकार नक्की ठरविला, व त्या योगानें सृष्टिरचनाशास्त्रांतलि संशोधन व सिध्दांत अगदीं शिखराला नेऊन पोहोंचविले. आरिस्टार्कसच्या कामाची अखेरपर्यंत तड लावणारा सदरहू विद्वान् आलेक्झांड्रियाचा रहिवाशी एराटॉस्थिनीझ हा होय.

एराटॉस्थिनीझ.-पृथ्वीचें मापन करणारा हा एराटॉस्थिनीझ मूळ सायरीनि येथील रहिवाशी असून पुढें तो अथेन्सहून अलेक्झांड्रियाला राहावयास आलेला होता. तेथें टॉलेमी युअर्जिटेझच्या ग्रंथसंग्रहालयाच्या मुख्य व्यवस्थापकाचें काम त्यानें पत्करिलें. हा ज्योतिषशास्त्रांत व भूगोलविद्येंत प्रवीण असून, शिवाय कवि व वैयाकरणहि होता. त्याचे समकालीन विद्वान् त्याला विनोदानें 'बीटा' असें म्हणत असत; कारण सर्व शास्त्रांत तो सारखाच विद्वान् असल्यामुळें तत्त्वज्ञानांत "प्रति प्लेटो", ज्योतिषशास्त्रांत 'प्रति थेल्स"असा प्रत्येक शास्त्रांत दुसऱ्या प्रतीचा नांवलौकिक

मिळविण्याइतका तो विलक्षण योग्यतेचा होता. त्याला "पृथ्वीचें मापन करणारा" अशीहि पदवी त्याच्या भूगोलविद्येतील पारंगततेमुळें दिलेली आढळते. हिप्पार्कसनें कांहींसे थट्टेनेंच याच्या संबंधानें असें म्हटलेलें आहे कीं, एराटॉस्थिनीझनें ज्योतिषशास्त्राचा अभ्यास भूगोलविद्येसारखा केला आणि भूगोलविद्येचा अभ्यास ज्योतिषशास्त्राप्रमाणें केला. या वाक्यानें स्तुति अभिप्रेत होती कीं टीका करावयाची होती हें स्पष्ट समजत नाहीं. अशा तऱ्हेचीं वाक्यें निरनिराळ्या युगांतील अष्टपैलू विद्वानांनां उद्देशून योजलेलीं आढळतात. त्यांतील अर्थ व उद्देश कांहींहि असो, पण एवढें मात्र खरें कीं, एराटॉस्थिनीझला इतिहासांत शास्त्रीय पध्दतीच्या भूगोलविद्येचा जनक, तसेंच शास्त्रीय कालमापन पध्दतीचा जनक असा मान आहे; व त्यानेंच प्रथम क्रान्तिवृत्त तिरपें आहे ही गोष्ट ठरविली. तसेंच ज्या भूगोलावर आपण रहातों त्या गोलाचा विद्वान् व सुसंस्कृत लोकांसहि कांहीं थोडा भागच माहीत होता, अशा काळीं या गोलाचा नक्की आकार, परिघ व व्यास किती आहे हें त्यानें ठरविलें. अशा प्रकारचीं बुध्दिमत्तेचीं कामें त्यानें केलीं असल्यामुळें त्याच्या बद्दल इतिहासकारांनीं मोठा गौरवपर उल्लेख केलेला आहे. इतक्या महत्त्वाचे शोध ज्यानें लाविले त्याला, ज्योतिषशास्त्राचा अभ्यास त्यानें भूगोलज्ञासारखा केला आणि भूगोलविद्येचा अभ्यास ज्योतिषज्ञासारखा केला, असें म्हटल्यानें कांहीं कमीपणा येतो असें मुळींच म्हणतां येत नाहीं. वास्तविक पाहतां, एराटॉस्थिनीझनें भूगोलविद्या व ज्योतिषशास्त्र यांचा अभ्यास दिसावयाला अगदीं परस्परविरुध्द अशा दोन निरनिराळ्या दृष्टींनींच केला होता. यांपैकीं एक दृष्टि भूमितिशास्त्रज्ञाची व दुसरी कवीची. अशा रीतीनें शास्त्रीय विषयाचा अभ्यास महान् संशोधकाला साजेल असें सूक्ष्म निरीक्षण व प्रतिभासंपन्न कवीला शोभेल अशी कल्पकता या दोन्ही बौद्धिक देणग्यांचा पूर्ण उपयोग करणारा एराटॉस्थिनीझसारखा दुसरा विद्वान् कोणत्याहि युगांत झालेला नाहीं असें म्हणणें गैरवाजवी होईलसें वाटत नाहीं.

सूर्यासंबंधीं कोन मोजण्याच्या कामीं छायेचा उपयोग.—एराटॉस्थिनीझनें लावलेल्या बहुतेक शोधांचा सूर्याच्या प्रकाशामुळें पडणाऱ्या निरनिराळ्या छायांशीं संबंध आहे. मागील विवेचनांत आपणांस हें दिसून आलेलेंच आहे कीं, अंतरिक्षांतील गोलांची माहिती मिळवितांना निरनिराळ्या प्रकारच्या कोनांचें मोजमाप घेणें जरूर पडतें. अशा कोनांचें माप घेण्याचा अत्यंत सोपा मार्ग म्हटला म्हणजे सूर्यासंबंधाचे कोन मोजतांना सूर्याचा प्रत्यक्ष उपयोग न करतां त्याच्या योगें पृथ्वीवर पडणाऱ्या छायांचा उपयोग करणें हा होय. कित्येक महत्त्वाचीं मोजमापें घेतांना थेलीसनें [थेल्स] असल्या छायांचाच उपयोग केला होता, ही गोष्ट मागें सांगितलीच आहे (पृष्ठ २३४ पहा); व त्याकरितां उपयोगांत आणीत असलेल्या शंकूचाहि मागें अनेक वेळां उल्लेख आलेला आहे. शंकु हें अत्यंत प्राचीन काळापासून चालत आलेलें साधन असून बराच कालपर्यंत ज्योतिषशास्त्रांतील संशोधनाच्या कार्यांत त्याचें महत्त्व कायम होतें. याच शंकूमध्यें एक महत्त्वाची सुधारणा एराटॉस्थिनीझनें केली असा समज आहे. त्याच्यांतच हिप्पार्कसनें आणखी सुधारणा करून त्याला कड्यांचें खगोलयंत्र असें नांव दिलें. पृथ्वीचा पृष्ठभाग दर्शविणारा एक गोलार्ध, तिचें विषुववृत्त दर्शविणारी एक पातळी व तीस जोडलेला उपर्युक्त शंकु, अशी या यंत्राची रचना होती. या यंत्राच्या सहाय्यानें :सूर्यामुळें पडणारी छाया अगदीं बरोबर मोजतां येते. त्यांत नवें असें कांहींच तत्त्व नाहीं. कोणताहि लंबाकृति खांब किंवा पदार्थ सूर्यप्रकाशांत ठेवल्यास त्याची छाया पडते व तिच्या साहाय्यानें आपणांस सूर्यासंबंधीं कोन स्थूलमानानें मोजतां येतात. परंतु, कड्यांच्या भूगोलयंत्रानें हीं मापें अतिशय बिनचूक घेतलीं जातात.

क्रान्तिवृत्ताचें तिर्यक्त्व.—म्हणून अशा प्रकारच्या यंत्राच्या साहाय्यानें एराटॉस्थिनीझनें शंकूची सर्वांत लहान व सर्वांत मोठी छाया यांचें काळजीपूर्वक माप घेतलें या छाया म्हणजे अयनकालच्या—उत्तरायण व दक्षिणायन या कालच्या—छाया होत. त्यामुळें मकरवृत्त व कर्कवृत्त या रेषांच्या मधील कोन ४७ अंश, ४२ कला व ३९ विकला असतो असें त्याला आढळून आलें. तेव्हां क्रान्तिवृत्त याच्या निम्म्यानें म्हणजे २३ अंश, ५१ कला व १९.५ विकला इतकें तिरपें असतें, असें ठरलें. याचाच अर्थ असा कीं, पृथ्वीचा आंस आणि तिच्या कक्षेवरील लंब यांमधील कोन वर सांगितल्याइतका आहे. एराटॉस्थिनीझनें केलेलें हें गणित आपणांस अत्यंत महत्त्वाचें आहे. कारण तें फारच सूक्ष्म असल्यामुळें आधुनिक काळांतील ज्योतिष्यांनां त्याच्याशीं तुलना करून पृथ्वीच्या स्थितींत होत असलेला सूक्ष्म फरक काढतां आला. एराटॉस्थिनीझनें केलेला हा प्रयोग अगदीं नवा मात्र नाहीं. कारण त्याच्या बरोबर एक शतकापूर्वीच युडॉक्ससनें क्रान्तिवृत्त तिरपें असल्याचें नमूद करून ठेविलें होतें. एराटॉस्थिनीझचा गुण एवढाच ध्यावयाचा कीं, त्यानें हा प्रयोग अत्यंत बिनचूक रीतीनें करून बरोबर उत्तर काढलें. युडॉक्सस म्हणतो कीं क्रान्तिवृत्ताचें तिर्यक्त्व पंचदशभुजाच्या बाजूइतकें आहे. आधुनिक परिभाषेप्रमाणें याचा अर्थ २४ अंश होतो. युडॉक्ससनें सदरहू तिरपेपणा कोणता प्रयोग करून काढला याची माहिती नसल्यामुळें एराटॉस्थिनीझनें केलेला एतद्विषयक प्रयोगच पहिला असें सामान्यतः मानण्यांत येतें.

भूगोलाच्या परिघाचें मापन.—परंतु स्वतः सुधारून तयार केलेल्या उपरिनिर्दिष्ट कड्यांच्या भूगोलयंत्रानें दुसरा जो एक प्रयोग एराटॉस्थिनीझनें केला, तो वरील प्रयोगापेक्षां सामान्य जनांनां अधिक चित्ताकर्षक झाला. तो प्रयोग

म्हणजे आपल्या या पृथ्वीच्या मापनासंबंधीं होय. या वेळीं पश्चिमेस जिब्राल्टरच्या सामुद्रधुनीपासून पूर्वेस हिंदुस्थानपर्यंत व उत्तरेस उत्तर समुद्र व दक्षिणेस उत्तर इजिप्तपर्यंत इतकाच पृथ्वीचा भाग लोकांनां माहीत होता, ही गोष्ट लक्षांत घेतली म्हणजे भूगोलाच्या संपूर्ण परिघाचें मापन करणाऱ्या या संशोधकाची करामत एखाद्या गारुड्याच्या कृतीसारखी नव्हे, एखाद्या अद्भुत, अमानुष कृत्यासारखी वाटते. आणि ही करामत त्यानें केवळ इजिप्तमधील भूप्रदेशाच्या एका लहानशा तुकड्याचें परीक्षण करून त्याला सूर्याच्या छायेच्या मापनाची मदत देऊन केली, हें समजलें म्हणजे त्यासंबंधाच्या आश्चर्यांत आणखी भरच पडते. तथापि एकदां एराटॉस्थिनिझच्या प्रयोगाची रीत समजली कीं इतर अनेक कोड्यांप्रमाणें हें कोडेंहि प्रत्येकाला अगदीं सोपें वाटूं लागतें. हें कोडें सोडविण्यास भूमितिशास्त्रांतील वर्तुलासंबंधींच्या कांहीं सिद्धान्तांची साधारण माहिती व त्याच्या जोडीला भूगोलांतील एक दोन स्थानिक गोष्टींविषयीं माहिती असली म्हणजे पुरेशी होते. परंतु यामुळें ज्या मनुष्यानें इतक्या साध्या माहितीच्या साहाय्यानें एवढा आश्चर्यकारक शोध लावला त्याच्या अलौकिक बुद्धिमत्तेबद्दल आदर यत्किंचितहि कमी वाटण्याचें कारण नाहीं.

एराटॉस्थिनीझची पृथ्वीचा परीघ काढण्याची रीति.—एराटॉस्थिनीझचा सदरहू प्रयोग अगदीं थोडक्यांत पुढीलप्रमाणें सांगतां येईल. त्याला भूगोलाचा अभ्यास केल्यानें असें माहीत झालें कीं, सायीनि हें शहर अलेक्झांड्रियाच्या बरोबर दक्षिणेस आहे; किंवा आधुनिक परिभाषेंत सांगावयाचें म्हणजे दोन्ही शहरें एकाच रेखांशावर आहेत. शिवाय त्याला हेंहि नक्की कळलें होतें कीं सायीनि हें शहर बरोबर अयनवृत्तावर आहे; कारण, कर्कसंक्रमणाच्या दिवशीं दुपारीं तेथें शंकूची छाया मुळींच पडत नाहीं, व त्या शहरांत असलेल्या एका खोल विहिरीचा संपूर्ण तळ त्या दिवशीं सूर्यप्रकाशानें प्रकाशित होतो. शिवाय टॉलेमीच्या भूमापकांनीं गोळा केलेल्या माहितीवरून त्याला आणखी अशी एक गोष्ट समजली होती कीं, सायीनि व अलेक्झांड्रिया या दोन शहरांमधील अंतर पांच हजार स्टेडिया इतकें आहे. एराटॉस्थिनिझनें केलेल्या प्रयोगाकरितां त्याला आरंभीं ह्या इतक्या माहितीची जरूर होती. या एकंदर माहितीचें महत्व म्हटलें म्हणजे पृथ्वीच्या वर्तुलांतील एका लहानशा तुकड्याची लांबी पांच हजार स्टेडिया इतकी आहे, ही गोष्ट त्याला नक्की समजली.आतां या वर्तुलांशाचा पृथ्वीच्या मध्यबिंदूशीं होणारा कोन किती अंशांचा आहे, हें एकदां समजलें म्हणजे साधा गुणाकार भागाकार करून पृथ्वीचा एकंदर आकार किती तें सहज काढतां येतें. परंतु हा कोन किती अंशांचा आहे तें काढणें, हा सर्वांत महत्वाचा प्रश्न कसा सोडवावयाचा ? या प्रश्नाचें उत्तर भूमितींतील संकेंद्रक वर्तुलांचे गुणधर्म माहीत करून घेतल्यास मिळण्यासारखें आहे. एकच मध्यबिंदु धरून निरनिराळ्या आकारांचीं वरींच वर्तुळें काढलीं आणि मध्यबिंदूपासून काढलेल्या दोन त्रिज्यांनीं हीं सर्व वर्तुळें छेदिलीं, तर जे वर्तुलांश होतील त्यांचें त्या त्या वर्तुलांच्या परिघांशीं सारखेंच प्रमाण असतें असा सिद्धांत आहे. या वर्तुळांपैकीं एखादें इतकें लहान असूं शकेल कीं, त्याच्या वर्तुलांशाची लांबी केवळ एक इंचच भरेल; आणि दुसरें एखादें वर्तुल इतकें मोठें असेल कीं, त्याच्या वर्तुलांशाची लांबी कित्येक लाख मैल भरेल. परंतु वर्तुलांशाचें त्याच्या परिघाशीं प्रमाण दर्शविणारा, वर्तुलांशाचा मध्यबिंदूशीं होणारा कोन दोन्ही ठिकाणीं सारखाच असेल. आतां एराटॉस्थिनीझला ही गोष्ट माहीत होती कीं, कर्क संक्रमणाच्या दिवशीं सूर्य सायीनि शहरांत बरोबर डोक्यावर येतो. म्हणजे त्या वेळेस, सायीन शहरांतून जाणारी भूत्रिज्या बरोबर सूर्यमंडळांतून जाते. व इकडे अलेक्झाड्रियांतून जाणारी भूत्रिज्या बरोबर खस्वस्तिकांतून जाते. तेव्हां, सायीनि व अलेक्झांड्रिया यांमधील भूविषयक वर्तुलांश मोजण्यासाठीं कर्कसंक्रमणाच्या दिवशीं सूर्याचें खस्वस्तिकापासून अंतर मोजून सूर्याच्या परिघाचा आकाशांतील वर्तुलांश काढला म्हणजे झालें.

हा कोन मोजण्याकरितां एराटॉस्थिनीझनें पुढील युक्ति योजिली. त्यानें कर्कसंक्रमणाच्या दिवशीं दुपारीं शंकूची छाया पडून जो कोन झाला तो मोजला.अलेक्झांड्रियाचें खस्वस्तिक व सूर्यबिंब यांच्या मधील कोन समजण्याकरितां शंकूच्या छायेचा कोन मोजणें, ही अत्यंत सोपी युक्ति होय; कारण हे दोन्ही कोन सारखेच असणार, आणि अलेक्झांड्रिया व सायीनि या शहरांतील वर्तुलांशानें पृथ्वीच्या मध्यबिंदूशीं होणारा कोनहि तेवढाच असणार. प्रत्यक्ष मोजल्यावर सदरहू कोन ७ अंश १२ कला आहे असें एराटॉस्थिनीझला आढळून आलें. हा संबंध वर्तुलाचा पन्नासांशावा हिस्सा होय. यावरून असें स्पष्ट ठरलें कीं, पृथ्वीच्या परिघाच्या पन्नासांशाची लांबी पांच हजार स्टेडिया एवढी आहे. अर्थात् तिच्या एकंदर परिघाची लांबी २,५०,००० स्टेडिया इतकी ठरली. परंतु दुःखाची गोष्ट ही कीं, एराटॉस्थिनीझनें स्टेडिया नांवाच्या प्राचीन काळांतील अनेक ठिकाणच्या निरनिराळ्या मापांपैकीं कोणतें माप वरील हिशेबाकरितां घेतलें होतें, हें नक्की समजण्यास आपणांजवळ साधन नाहीं. लेप्सिअसनें संशोधन करून असें ठरविलें आहे कीं, वरील स्टेडिअम हें माप हल्लींच्या१८८मिटरांइतकें होतें; व याप्रमाणें हिशेब केल्यास एराटॉस्थिनीझनें ठरविलेला पृथ्वीचा घेर अठ्ठावीस हजार मैल इतका निघतो. हें उत्तर अलीकडील माहितीशीं ताडून पाहतां बरेंच बरोबर आहे. व म्हणून प्राचीन काळीं या प्रयोगाबद्दल एराटॉस्थिनीझचें जितकें कौतुक लोकांनीं केलें तितकेंच पुढील पिढ्यांतील लोकहि करीत आले आहेत.

एराटॉस्थिनीझच्या उत्तरांतील चुकीचें कारण.—आजहि आपणांस सदरहू प्रयोगाचें जें महत्त्व वाटतें तें

त्याच्या रीतीबद्दल आहे, त्यावरून निघालेल्या उत्तराबद्दल नव्हे. ती रीत वाखाणणी करण्यासारखी आहे यांत तिलमात्र शंका नाहीं. पण या बरोबर असलेल्या रीतीनेंहि पृथ्वीच्या परिघावद्दलचें उत्तर बिनचूक येणें शक्य नव्हतें. कारण एराटॉस्थिनीझनें तो प्रयोग करतांना गृहीत धरलेल्या इतर कित्येक गोष्टी चुकीच्या होत्या. उदाहरणार्थ सायीनि हें शहर ज्या रेखांशावर अलेक्झांड्रिया आहे त्याच रेखांशावर बरोबर नाहीं, व तें बरोबर कर्कवृत्तावरहि नाहीं. सदरहू प्रयोगांतील उत्तर चुकीचें येण्याचीं हीं दोन कारणें आहेत. शिवाय शंकूच्या छायेनें होणारा कोन मोजतांना एराटॉस्थिनीझला सूर्य हा केवळ बिंदु नसल्यानें त्याच्या अर्धव्यासामुळें होणारी चूकहि लक्षांत घ्यावयास हवी होती पण तसें त्यानें केलें असल्याचें दिसत नाहीं.

एराटॉस्थिनीझ हा पृथ्वीचें मापन करणारा पहिलाच पंडित होता काय.—परंतु या तपशीलाच्या बारीकसारीक गोष्टी सांगत बसण्याची येथें जरूरच नाहीं. कारण आपला मूळ मुद्दा अगदीं निराळा—रीतीसंबंधाचा—आहे. शिवाय येथें ही गोष्टहि लक्षांत घेतली पाहिजे कीं, एराटॉस्थिनीझनें केलेला प्रयत्न अशा प्रकारच्या प्रयत्नांपैकीं अगदीं पहिलाच नव्हता. कारण आरिस्टॉटलनें आपल्या ग्रंथांत एके ठिकाणीं असें लिहून ठेविलें आहे कीं, पृथ्वीचा आकार ४,००,००० स्टेडिया आहे. कित्येक टीकाकारांनीं असें म्हटलें आहे कीं, आरिस्टॉटलनें दिलेलें क्षेत्रफळ त्याच्या काळीं पृथ्वीच्या जेवढ्या भागावर मनुष्याची वस्ती होती तेवढ्या भागाचेंच होतें. पण आरिस्टॉटलच्या वाक्याचा असा अर्थ होईल असें वाटत नाहीं; आणि सबंध पृथ्वीचेंच तें क्षेत्रफळ आहे असें मानल्यास त्या काळच्या तत्ववेत्त्यांना पृथ्वीच्या आकारासंबंधानें बरीच नक्की माहिती होती असें ठरतें. इतकें बरोबर उत्तर येण्यास अर्थात् त्यांना कांहींतरी मोजमाप घ्यावें लागलें असलें पाहिजे. पृथ्वीचें क्षेत्रफळ ४,००,००० स्टेडिया आहे, असा नक्की आंकडा केवळ अंदाजानें सांगणें शक्य नाहीं. शिवाय ज्या अर्थी आरिस्टॉटल एराटॉस्थिनीझच्या पन्नास साठ वर्षें पूर्वीं मरण पावलेला होता, त्या अर्थी त्यानें लिहून ठेविलेल्या आंकड्याला विशेष महत्व आहे. यामुळें निरनिराळे विचार मनांत येतात, पण आरिस्टॉटलनें तो आंकडा कोणत्या रीतीनें काढला त्याबद्दल कांहींच अंदाज करतां येत नाहीं. पृथ्वीचा आकार मोजणारा एराटॉस्थिनीझच्या पूर्वीं कोणी विद्वान् होऊन गेलेला असल्यास तो कोण, कोठला असावा याबद्दलची माहिती मिळण्याचें लेखात्मक किंवा दंतकथात्मक कांहींच साधन आज उपलब्ध नाहीं. त्या विद्वानाबद्दलची माहिती प्रागैतिहासिक कालांतील अनेक विद्वानांप्रमाणेंच भूतकालाच्या उदरांत पूर्णपणें गडप झालेली आहे. म्हणून शास्त्रेतिहासलेखकाला पृथ्वीचा आकार मोजणारा पहिला पंडित एराटॉस्थिनीझच होता असें नमूद करणें भाग आहे. तेव्हां या अलेक्झांड्रियन तत्ववेत्त्याला 'पृथ्वीचें मापन करणारा' अशी जी बहुमानाची पदवी देण्यांत आलेली आहे, ती अगदीं योग्य आहे.

"सत्यप्रेमी हिप्पार्कस".—एराटॉस्थिनीझ त्याच्या वेळच्या इतर बहुतेक मोठाल्या पंडितांपेक्षां अधिक दिवस जगला. अलेक्झांड्रियन युगांतील पहिलें शतक म्हणजे इसवी सनापूर्वीचें तिसरें शतक संपून गेल्यावर तो मरण पावला. वार्धक्यप्राप्त अंधत्वामुळें होणारे हाल टळावे म्हणून ख्रि. पू. १९६ मध्यें त्यानें अन्नसेवन सर्वस्वीं वर्ज्य करून प्राणान्त करून घेतला. छायांचें मोजमाप घेणाऱ्या या पंडिताला स्वतःचें दृष्टिविहीन जविन निरर्थक वाटलें असल्यास त्यांत नवल नाहीं. एराटॉस्थिनीझचें संशोधनाचें काम तावडतोब हातीं घेऊन पुढें चालू ठेवणारा असा त्या वेळीं कोणीच विद्वान् पुढें आला नाहीं. पण त्याच्या नंतरच्या दुसऱ्या पिढींत मात्र ज्योतिषशास्त्रांतील संशोधन पुढें चालू करणारा एक जाडा विद्वान् प्रसिद्धीस आला. हिप्पार्कस हें या विद्वानाचें नांव होतें. तो शास्त्रीय प्रयोगांतील तपशीलाच्या देखील गोष्टींचें सूक्ष्म निरीक्षण करणारा होता—इतका कीं, त्याच्या तोडीचा विद्वान् प्राचीन काळांत दुसरा कोणी झालाच नाहीं, असें म्हटलें तरी चालेल. प्रयोगांत व गणितांत बिनचूकपणा असणें या गोष्टीचें त्याला इतकें महत्व वाटत असे कीं, त्यामुळें त्याला 'सत्यप्रेमी' असें सार्थ उपपद लावण्यांत येतें. हिप्पार्कस हा बिथीनिआंत नायसीआ येथें ख्रि. पू. १६० या वर्षी जन्मला, आणि ख्रि. पू. १२५ या वर्षी मरण पावला. त्यानें आपलें संशोधनाचें बहुतेक कार्य, किंबहुना सर्वच कार्य ऱ्होडस येथें केलें. टॉलेमीच्या लेखांचा चुकीचा अर्थ केला जाऊन असें मत पुढें आलें होतें कीं, हिप्पार्कसनें आपले बहुतेक शास्त्रीय प्रयोग अलेक्झांड्रिया येथें केले; परंतु या मताला कांहींच पुरावा नाहीं असें आतां सर्वांनीं कबूल केलें आहे. इतकेंच नव्हे, तर हिप्पार्कस हा साऱ्या आयुष्यांत अलेक्झांड्रिया शहरीं एकदां तरी गेला होता किंवा नव्हता, असा दिलांबर यास संशय वाटतो व त्याच्या नंतरच्याहि बहुतेक लेखकांनीं त्याचाच अनुवाद केला आहे. तें कांहींहि असलें तरी हिप्पार्कसच्या आयुष्यांतील बहुतेक कामगिरी त्यानें ऱ्होडस शहरांत केली याबद्दल शंका घेण्यास आतां जागा उरलेली दिसत नाहीं.

हिप्पार्कसची प्रयोगैकपरता.—हिप्पार्कसनें एराटॉस्थिनीझच्या कार्यावर जी व्यर्थ टीका केलेली आहे, तिचा मागें उल्लेख आलाच आहे. स्वतः हिप्पार्कस हा अशा प्रकारच्या आरोपापासून अगदीं अलिप्त होता. तो केवळ ज्योतिषशास्त्रज्ञच होता. बिनचूक निरीक्षण व प्रयोग करणें हाच कायतो त्याचा गुण होता. कल्पकता कशी ती त्यास शिवली देखील नाहीं. वास्तविक पाहतां, शास्त्रीय संशोधनांतहि कांहीं

शास्त्रीय अनुमानें प्रथम करून तदनुसार शास्त्रीय प्रयोग करीत गेल्याशिवाय प्रगति होणें शक्य नाहीं. परंतु कित्येक शास्त्रशोधक प्रयोगसिद्ध गोष्टींशिवाय दुसऱ्या कशास महत्त्व देत नाहींत, व हिप्पार्कस हा अशा लोकांपैकींच एक होता. त्यामुळें आरिस्टार्कसनें ठरविलेल्या सूर्यकेंद्रक सिद्धांताचें महत्त्व हिप्पार्कसला वाटणें शक्य नव्हतें. या सॅमॉस येथें त्याच्या पूर्वीं होऊन गेलेल्या विद्वानाच्या संशोधनांतील प्रत्यक्ष प्रत्ययास येणाऱ्या गोष्टी त्यानें आपल्या उपयोगाला घेतल्या. पण त्याचीं अनुमानें मात्र त्यानें मान्य केलीं नाहींत; अर्थात् पृथ्वी हाच ग्रहमालेचा केंद्र आहे असें त्यानें ठरविलें; आणि पृथ्वीभोंवतीं फिरत असलेला सूर्य, चंद्र व इतर ग्रह यांच्या गतींतलि अनियमितपणाचीं कारणं काढण्याचें काम त्यानें हातीं घेतलें. हिप्पार्कसनें एराटॉस्थिनीझच्या शंकूच्या यंत्रांत आणखी सुधारणा करून त्याची आपल्या कार्यांत मदत घेतली. त्याचें सगळें लक्ष बिनचूक प्रयोग करण्याकडे असे व याच त्याच्या गुणामुळें त्यानें आपले मोठमोठाले शोध लाविले.

सूर्याच्या केन्द्रच्युतीचें अवगमन.—त्याचा सर्वांत मोठा व महत्त्वाचा शोध म्हटला म्हणजे सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतां त्याची केंद्रच्युति हा होय. केप्लर व त्याचे अनुयायी या आधुनिक शास्त्रज्ञांनीं लावलेल्या शोधांमुळें हल्लीं आपणांस, पृथ्वी व इतर ग्रह सूर्याभोंवतीं वर्तुलाकार मार्गानें फिरत नसून दीर्घवर्तुलाकार मार्गानें फिरत असतात, ही गोष्ट पक्की ठाऊक झालेली आहे. परंतु हिप्पार्कसच्या काळीं दीर्घवर्तुल ही आकृति जरी भूमितिशास्त्रास अवगत झालेली होती, तरी अन्तरिक्षांतील गोल हे दीर्घवर्तुलाकार मार्गानें फिरत असतात असें विधान करणें त्या काळीं अत्यंत पाखंडीपणाचें समजलें गेलें असतें. अतींद्रियविज्ञानशास्त्रांतील पायथॅगोरियन पंथाच्या लोकांनीं प्रतिपादिलेलें व आरिस्टॉटलनें दुजोरा दिलेलें असें एक मत होतें कीं, वर्तुल ही अगदीं अव्यंग आकृति आहे, सबब आकाशस्थ गोलांचा गमनमार्ग वर्तुलाकार नसून दुसऱ्याच कांहीं प्रकारचा असावा अशी कल्पनाच करवत नाहीं. या मताचा पगडा हिप्पार्कसच्या मनावर पूर्ण बसलेला होता. यामुळें पुढें काळजीपूर्वक घेतलेल्या मोजमापांवरूनच जेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं, सूर्याचें दक्षिणायन व उत्तरायण यांच्या योगानें वर्षाचे बरोबर सारखे भाग पडत नाहींत, तेव्हां पृथ्वी ही सूर्याच्या वर्तुलाकार कक्षेच्या बरोबर मध्यबिंदूवर स्थित झालेली नाहीं असें म्हणणें, किंवा त्याचें दुसरें कांहीं तरी कारण शोधून काढणें याशिवाय तिसरा मार्ग त्यास शिल्लक नव्हता.

हिप्पार्कसनें प्रतिपादिलेली केन्द्रच्युतीची उपपत्ति.-सूर्य हा पृथ्वीच्या दीर्घवर्तुलाकार कक्षेच्या एका केंद्रांत स्थित असतो, म्हणजे त्या दीर्घवर्तुलाच्या बरोबर मध्यावर नसतो, असें आतां नक्की ठरलें आहे. अर्थात् हिप्पार्कसनें लावलेला शोध अगदीं बरोबर होता. सूर्य भूमध्यरेषेच्या एका बाजूपेक्षां दुसऱ्या बाजूला अधिक काळ राहतो, ही त्यानें ठरविलेली गोष्ट अगदीं बरोबर होती. नंतर त्यानें सूर्याच्या वर्तुलाकार कक्षेच्या मध्यबिंदूपासून पृथ्वी किती बाजूला आहे तें अंतर ठरविलें, आणि त्या अंतराइतका सूर्य केंद्रापासून च्युत होतो असें प्रतिपादन केलें. याप्रमाणें, त्याच्या विवेचनांत त्यानें निरीक्षण करून आधारभूत घेतलेल्या सर्व गोष्टी अगदीं बरोबर होत्या, तरी त्यांवरून त्यानें प्रस्थापित केलेला सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरतो हा सिद्धांत मात्र वास्तविक सिद्धांताच्या अगदीं उलट होता. हिप्पार्कसचा हा सिद्धान्त निरीक्षणानें दृक्प्रत्ययास येणाऱ्या गोष्टींशीं पूर्ण सुसंगत दिसत होता, हीच सूर्यमालेच्या रचनेसंबंधीं वास्तविक ज्ञान होण्याच्या मार्गांतील मोठी अडचण होती. परंतु पृथ्वीभोंवतीं फिरणारा एकटा सूर्यच कायतो आपल्या कक्षेंतून अनियमितपणें जात असतो असें नाहीं, तर चंद्र व इतर ग्रहसुद्धां कमी अधिक गतीनें चालत असल्याचें आढळतें. यांपैकीं विशेषतः चंद्राच्या गतीकडे हिप्पार्कसनें लक्ष पुरविलें. वर्तुल हीच काय ती अव्यंग आकृति आहे या कल्पनेचा त्याच्या मनावर विशेष पगडा बसला असल्यामुळें ग्रहांच्या अनियमित गतीबद्दल तो असें कारण सांगे कीं, हे ग्रह पृथ्वीभोंवतीं वर्तुलाकार कक्षेंतून फिरत असतां वाटेंत लहान लहान वर्तुलाकार गती त्यांनां प्राप्त होतात. या गतीला समान उदाहरण तो गाडीच्या चाकाच्या टोंकाला बांधलेल्या दिव्याचें देत असे. अशा प्रकारच्या एका कल्पित चाकाच्या टोंकाला सूर्य बांधलेला आहे असें मानल्यास त्या चाकाचा तुंबा सूर्याच्या कक्षेंतून सारखा पुढें पुढें जात राहील (चाक व सूर्याची कक्षा हीं दोन्ही एका पातळींत आहेत, काटकोनांत नाहींत असें येथें समजावें) व तो पृथ्वीपासून नेहमीं सारख्याच अन्तरावर राहील; परंतु सूर्य मात्र चाकाच्या टोंकाबरोबर फिरत असतांना केव्हां पृथ्वीच्या जवळ तर केव्हां दूर जाईल. या कल्पित चाकाचा सूर्याच्या कक्षेंतून एक पुरा फेरा होण्यास जितका वेळ लागतो तितक्या वेळांत टोंकाला बांधलेला सूर्य तुंब्याभोंवतीं एकदांच फिरतो असें मानल्यास एका निम्म्या भागांत सूर्य दुसऱ्या निम्म्या भागापेक्षां अधिक वेगानें चालल्यासारखा कां दिसतो तें बरोबर समजून येईल. या दुहेरी गतीमुळें सूर्याची कक्षा वर्तुलाकार न राहतां वस्तुतः तिला दीर्घवर्तुलाकारच प्राप्त होतो.

हिप्पार्कसच्या उपपत्तीचें पूर्वकालांतील बीज.—सदरहू प्रश्नाकडे पाहण्याची ही एक दृष्टि झाली. दृक्प्रत्ययाला येणाऱ्या गोष्टींचा उलगडा करण्याचा हा एक मार्ग झाला. हा मार्ग चमत्कारिक तर खराच, पण तो प्रथम हिप्पार्कसलाच सुचला असें मात्र नाहीं. याची मूळ कल्पना जुन्या पायथॅगोरियन पंथाच्या तत्त्वज्ञानांत आढळते. त्यानंतर युडॉक्ससनें या कल्पनेला अधिक मूर्त स्वरूप दिलें म्हणून

त्याला या चक्रांच्या किंवा अपचक्रांच्या कल्पनेचा जनक मानतात. हिप्पार्कसच्या दोनशें वर्षें अगोदर उदय पावलेली ही कल्पना आरिस्टॉटललाहि मान्य झालेली होती. पंचांग-सुधारणा करणारा कॅलिप्पस यानें त्याची माहिती प्रथम आरिस्टॉटलला दिली. शिवाय सूर्य, चंद्र व इतर ग्रह यांच्या गतींमध्यें नवीन नवीन अनियमितपणा दिसून येऊं लागला. तेव्हां अधिकाधिक अपचक्रांचें अस्तित्व मान्य करण्यांत येऊं लागलें. याप्रमाणें एका मोठ्या वर्तुळाच्या परिघांत इतर दुसरीं अनेक लहान लहान वर्तुळें आहेत अशी कल्पना करून त्या सर्वांतून सूर्य फिरत असतो असें मानल्यास सूर्याची गति कितीहि वांकडीतिकडी दिसून आली तरी समर्थन करतां येण्यासारखें आहे. सारांश आकाशांतील सर्व गोलांच्या निरनिराळ्या प्रकारच्या गतींची मीमांसा या अपचक्रांच्या उपपत्तीच्या साहाय्यानें लावतां येण्यासारखी आहे; पण ही उपपत्ति खरी मानली तरी सर्व विश्व अशा एकमेकांनां छेदणाऱ्या अनंत चक्रांनीं व्यापून गेलेलें आहे असें मानावें लागेल. कॅलिप्पसच्या काळींच अशा प्रकारचीं अपचक्रें पंचावन्नाहून अधिक आहेत असें ठरविण्यांत आलेलें होतें.

आरिस्टार्कसच्या सूर्यकेंद्रक उपपत्तीचा लोप होण्याचें कारण.—विश्वाच्या रचनेसंबंधाची ही गुंतागुंतीची कल्पना ऐकून वस्तुस्थितीचें स्पष्ट व यथार्थ ज्ञान झालेल्या आरिस्टॉर्कसचेंहि मन गोंधळून गेल्याशिवाय राहिलें नसतें. परंतु हिप्पार्कस हा तत्त्वविवेचक नसून केवळ वस्तुस्थितिनिरीक्षकच असल्यामुळें, वरील अपचक्रविषयक उपपत्ति तो खरी मानूं लागला; इतकेंच नव्हे तर त्यानें स्वतःच्या संशोधनानें या अपचक्रांच्या उपपत्तींत आणखी भानगडी उत्पन्न करून ती अधिक अवघड करून टाकली. हिप्पार्कस हा त्या काळांतील अत्यंत वजनदार शास्त्रज्ञ असल्याकारणानें त्याच्या मागून झालेल्या अनेक शास्त्रज्ञांनींहि त्याचींच मतें निश्चित ठरलेल्या नियमांप्रमाणें मान्य केलीं. व त्याच्यानंतर तीन शतकांनीं उदयास आलेल्या टॉलेमी नांवाच्या महान् लेखकानें हिप्पार्कसचे सर्व सिद्धान्त अगदीं वज्रलेप व निर्णायक आहेत असें ठरवून टाकलें. यामुळें आरिस्टार्कसचा सूर्यकेंद्रक सिद्धान्त, उदयास येण्याच्या सुमारासच मेघाच्छादित होऊन जो दिसेनासा झाला, तो तशा अज्ञान व अदृष्ट स्थितींत पुढें अनेक शतकें पडून राहिला. हिप्पार्कससारख्या अत्यंत सूक्ष्म दृष्टीनें संशोधन करणाऱ्या विद्वानानें, त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या आरिस्टार्कसप्रमाणें ज्योतिषशास्त्राचा अभ्यास भूगोलशास्त्र व काव्यप्रतिभा यांच्या साहाय्यानें केला नाहीं ही अत्यंत खेदाची गोष्ट आहे. त्यानें जर तसें केलें असतें तर आरिस्टार्कसप्रमाणें त्यालाहि, पृथ्वीपेक्षां हजारों पटींनीं मोठा असलेला सूर्य तिच्या भोंवतीं गुलामाप्रमाणें फिरत असतो असें म्हणणें मूर्खपणाचें असल्यामुळें सूर्यकेंद्रक सिद्धान्तच खरा असला पाहिजे, ही गोष्ट पटली असती.

सूर्यकेन्द्रक सिद्धान्तास हिप्पार्कसचा पाठिंबा न मिळाल्यामुळें झालेली हानि.—पण भवितव्यता तशी नव्हती. आरिस्टार्कसमध्यें शास्त्रीय संशोधनाला ही आवश्यक असलेली कल्पकता अगदीं उच्चतम शिखरावर जाऊन पोंहोचली होती तर हिप्पार्कसच्या वेळीं ती बहुतेक लुप्त होऊन शास्त्रीय संशोधनाचें वातावरण धुक्यानें व्याप्त झालें व दृष्टि आकुंचित झाली होती. हिप्पार्कसनें वर्ष बरोबर किती दिवस, तास, मिनिटांचें असतें तें मोजलें असलें, चंद्रमंडलाचा आकार नक्की किती आहे तें काढलें असलें, खगोलाचा १०८० तारे दाखविणारा नकाशा तयार केला असला, एवढेंच काय पण संपातबिंदूंच्या चलनाचाहि शोध लावला असला तरी त्याचा उपयोग काय ? या सर्व तपशीलांच्या गोष्टींची किंमत फार कमी आहे. त्यांपेक्षां फारच मोठ्या महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे ही कीं, त्या शतकांतील सर्वमान्य अशा या शास्त्रज्ञानें विश्वरचनेसंबंधाच्या जुन्या, चुकीच्या कल्पनेला आपलें समाजांतील सर्व वजन भरीला घालून पाठिंबा द्यावा व तोहि तद्विषयक सत्य उपपत्ति जगापुढें पूर्वींच आलेली असतां द्यावा, ती खरी उपपत्ति जगाला स्वतःच्या विद्वत्तेनें पूर्णपणें पटवून देण्याचें अंगीं सामर्थ्य असतांहि द्यावा, यापेक्षां शास्त्रज्ञाच्या विद्वत्तेला अधिक नामुष्कीची अशी दुसरी गोष्ट ती कोणती ! हा महान् कलंक त्यानें लावलेल्या इतर सर्व शोधांनीं यत्किंचितहि धुऊन निघूं शकत नाहीं. एखाद्या विवक्षित व्यक्तीच्या वजनासंबंधानें वाजवीपेक्षां फाजील महत्त्व वाटण्याचा, व उलट पक्षीं प्रचलित लोकमताचें सामर्थ्य कमी लेखिलें जाण्याचा फार संभव आहे हें खरें. पण हिप्पार्कसचे सिद्धान्त पुढें टॉलेमीनें सर्वत्र प्रचलित केले व त्यामुळें त्यांनां पौरस्त्य व पाश्चात्त्य अशा दोन्ही राष्ट्रांमध्यें ज्योतिषशास्त्रांतील ठाम निर्विवाद गोष्टी म्हणून लोक मानूं लागून त्यानंतर एक हजार वर्षेंपर्यंत लोकांमध्यें त्याच समजुती कायम राहिल्या. या गोष्टीचा विचार केला म्हणजे सदरहू ‘ सत्यप्रेमी ’ म्हणून गाजलेल्या हिप्पार्कसनें बिनचूक शास्त्रीय ज्ञानाचा पुरस्कार करणाऱ्या विद्वानास शास्त्रीय सत्य लोकांत पसरविण्यास कधींकाळीं मिळणारी एक मोठी महत्त्वाची संधि गमावली, असें म्हटल्यास त्यांत अतिशयोक्ति होणार नाहीं असें वाटतें.

वर्षाचें मान व चंद्राचें अंतर.—तथापि हें सर्व खरें असलें तरी हिप्पार्कसची उत्तम वेध घेणारा म्हणून जी ख्याति आहे तिला यत्किंचितहि बाध येत नाहीं. या शास्त्रीय क्षेत्रांत त्यानें जे विशिष्ट शोध लावले त्यांसंबंधानें येथें आणखी थोडी माहिती देणें जरूर आहे. त्यानें मोजमापें घेऊन व हिशेब करून वर्षाचें मान ३६५ दिवस, ५ तास व ४९ मिनिटें इतकें असतें असें ठरविलें. अलीकडील ज्योतिषांनीं केलेल्या हिशोबावरून पाहतां हा काल फक्त १२ सेकंदांनीं चुकलेला आहे. पण यापेक्षांहि अधिक वाखाणण्यासारखा

हिप्पार्कसचा प्रयत्न म्हणजे चंद्राचें प्रत्यक्ष अन्तर मोजण्यासंबंधीं होय. या प्रयत्नांत त्यास वरच्यापेक्षां पुष्कळच अधिक अडचणी होत्या. असलाच प्रयत्न पूर्वी आरिस्टार्कसनें केला होता. हिप्पार्कसनें सदरहू अंतरासंबंधांचा हिशेब ग्रहणांच्या वेळीं चंद्राचे वेध घेऊन त्यावरून केला, व असें उत्तर काढलें कीं, पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर तिच्या त्रिज्येच्या ५९ पटींइतकें असलें पाहिजे (वास्तविक तें ६०.२७ पट आहे). येणेंप्रमाणें आरिस्टार्कसनें सूर्याचें अन्तर मोजण्याकरितां जो सुप्रसिद्ध काटकोन त्रिकोण कल्पिला होता त्याच्या पायाच्या रेषेची लांबी प्रत्यक्ष ठरविली. या काटकोन त्रिकोणाच्या मापासंबंधाची माहिती हिप्पार्कसला होती असें दिसतें. कारण त्यानें आपल्या इतर विषयांवरील पुस्तकांत आरिस्टार्कसच्या ग्रंथांतील उतारे दिलेले आहेत. तेव्हां जर हिप्पार्कसनें आपल्या जवळच्या सुधारलेल्या यंत्रसामुग्रीच्या साहाय्यानें व स्वतःच्या सूक्ष्मावलोकनपद्धतीनें आरिस्टार्कसचा काटकोन त्रिकोण मापनाचा प्रयोग पुन्हां केला असता तर त्याला सूर्याचें अंतर, चंद्राच्या अंतराच्या किती पट आहे एवढेंच नव्हे, तर तें प्रत्यक्ष पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या किती पट आहे हें देखील ठरवितां आलें असतें. एराटॉस्थिनीझनें प्रयोग करून पृथ्वीची त्रिज्या किती स्टेडिया आहे तें ठरविलें असल्यामुळें तिच्या साहाय्यानें हिप्पार्कसला सूर्याचें अन्तर किती स्टेडिया आहे तें काढतां आलें असतें. पण असा प्रयत्न त्यानें केला असता—व तसा त्यानें तो केला असावा असें बरेंच खात्रीपूर्वक म्हणतां येतें—तरी त्यानें काढलेलें उत्तर खऱ्या उत्तराहून बरेंच चुकीचें निघालें असतें.

खगोलाचा नकाशा.—वरील वर्णनावरून हें दिसून येईल कीं, हिप्पार्कसचें सर्व संशोधन सूर्य व चंद्र यांच्या संबंधानें होतें. परंतु ख्रि. पू. १३४ मध्यें एक चमत्कार घडून येऊन त्याचें लक्ष अचल ताऱ्यांकडे गेलें. हा चमत्कार म्हणजे त्या सालीं एक नवाच तारा आकाशांत दिसूं लागला हा होय. हा चमत्कारिक तारा अनेक वेळां पुन्हां पुन्हां आकाशांत अवलोकन करण्यांत आलेला आहे; तथापि या ताऱ्याचा आकस्मिक होणारा उदय प्रत्येक पिढ्यांतील ज्योतिष्यांचें लक्ष वेधण्याइतका चमत्कारिक असतो यांत शंका नाहीं. आधुनिक शास्त्रज्ञांनीं या ताऱ्याच्या उदयास्ताचीं कारणें ठरविलेलीं आहेत, तीं पुढें यथावकाशानें सांगण्यांत येतीलच. हिप्पार्कसनें त्या वेळीं कारण ठरविण्याचा कांहीं प्रयत्न केला कीं नाहीं तें माहित नाहीं; तथापि एवढें मात्र खरें कीं, या नव्या ताऱ्याच्या अस्तित्वाची माहिती भविष्यकालीन ज्योतिष्यांनां कळवितां यावी म्हणून त्यानें खगोलाचा एक नकाशा तयार केला. या संबंधांतहि हिप्पार्कसचा प्रयत्न पहिला नव्हता. कारण, त्याच्यापूर्वीं एराटॉस्थिनीझनें आकाशांतील विशेष तेजस्वी तारे दाखविणारा एक नकाशा तयार केलेला होता.

संपातबिंदूंचें चलन.—पूर्वीच्या ज्योतिष्यांनीं ताऱ्यांचे वेध उदयस्थानानुरोधानें घेतले होते; पण हिप्पार्कसनें ते याम्योत्तरवृत्तास अनुलक्षून घेतले. ताऱ्यांचीं स्थानें सापेक्षत्वानें निश्चित करतांना त्यानें, प्राचीन काळांत बाबिलोनियन लोकांनीं मिळविलेल्या व अलेक्झांडरनें ग्रीसमध्यें आणविलेल्या माहितीचा तुलनेकरितां उपयोग केला होता. शिवाय, त्यानें आरिस्टार्कसनें व ग्रीक पंडितांनीं लाविलेल्या पूर्वकालीन शोधांचीहि आपल्या कामांत मदत घेतली होती. याप्रमाणें पूर्वीच्या नकाशांशीं तुलना करून पाहतां त्याला असें आढळून आलें कीं, अचल ताऱ्यांचीं क्रांतिवृत्तापासून मोजलेलीं पूर्वीचीं व त्या वेळचीं अन्तरें यांत तफावत पडली आहे. याचा अर्थ असा कीं, क्रान्तिवृत्त उर्फ सूर्याची कक्षा ज्या अचल ताऱ्याच्या संनिध मार्गाला शतकांत होती त्यापेक्षां निराळ्या ताऱ्याच्या सन्निध ती हिप्पार्कसच्या काळीं होती. यावरून,सूर्याच्या कक्षेची पातळी खगोलास ज्या बिंदूंत छेदिते ते बिंदू आपली जागा हळूहळू बदलीत असून अखेर त्यांची एक प्रदक्षिणा पुरी होणार असें अनुमान केलें पाहिजे. याच महत्त्वाच्या चमत्कारास संपातबिंदूंचें चलन किंवा अयनचलन असें नांव आहे.

त्रिकोणमितीचा पश्चिमेंत उदय.—उपर्युक्त महत्त्वाची गोष्ट प्राक्कालीन इजिप्तमधील ज्योतिष्यांनां माहीत होती. किंवा नव्हती हें निश्चित नाहीं; पण तें कांहींहि असलें तरी सदरहू गोष्ट पाश्चात्य राष्ट्रांच्या नजरेस आणण्याचें श्रेय मात्र हिप्पार्कसलाच देण्यांत येतें. हिप्पार्कसनें ज्योतिषशास्त्राच्या तात्त्विक भागांत, खगोलाची रचना दाखविणारें 'प्लेनोफिअर' नामक एक नवीन यंत्र तयार करून भर घातली. शिवाय गोलांचे गुणधर्म शोधून काढीत असतां गणितशास्त्रांतील त्रिकोणमिति नामक शाखेचाहि उपक्रम बहुतेक त्यानेंच केला असल्यामुळें गणितशास्त्रांतील श्रेष्ठ दर्जाच्या विद्वानांमध्येंहि त्याची गणना होत असते. या एकंदर हकीकतीवरून पाहतां हिप्पार्कस हा अत्यंत मोठा संशोधक होऊन गेला असें म्हणणें भाग आहे. त्याला अंतरिक्षांतील ताऱ्यांचे वेध घेणाऱ्या प्राक्कालीन पंडितांत अग्रगण्य मानण्यास हरकत दिसत नाहीं. पण 'सुव्यवस्थित ज्योतिषशास्त्राचा जनक' अशी जी कधीं-कधीं त्याला पदवी देण्यांत येते ती मात्र त्याला देतां येत नाहीं; कारण तसें केलें असतां त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या अनेक ज्योतिषशास्त्रज्ञांशीं अन्याय केल्यासारखें होईल.

टॉलेमी, प्राचीन काळांतला शेवटला मोठा ज्योतिषी.—हिप्पार्कसच्या मागून स्ट्रेबो नांवाचा भूगोलकार (ख्रि. पू ६३–इ. स. २४) होऊन गेला तो पृथ्वी गोलाकार आहे ही गोष्ट सर्वमान्य कशी धरून चालतो हें मागें दाखविलेंच आहे(पृष्ठ२६८पहा). तथापि, हिप्पार्कसनंतर झालेला मोठा ज्योतिषी म्हणजे टॉलेमी हाच होय. हा रोमन वर्चस्वाच्या काळांतील ज्योतिषी असून तो प्लिनीच्या मरणानंतर (पृष्ठ २७० पहा) थोडक्याच वर्षांनीं जन्मास आला.

त्याच्या जन्ममृत्यूचे सन नक्की माहीत नाहींत, पण त्याच्या ग्रंथांत इ. स. १५१ पर्यंतची हकीगत दिलेली आढळते. तो ज्योतिषशास्त्रासंबंधानें स्वतः वेध घेत असे, आणि त्यानें स्वतः लावलेला असा निदान एक तरी नवा शोध आहे. हा शोध म्हणजे चंद्राच्या गतींतील अनियमितपणासंबंधाचा होय. चंद्र आपल्या कक्षेंतून फिरत असतां नियमित काळीं रूढ कक्षामार्गांतून विचलित होत असतो, व त्याचें कारण सूर्याचें गुरुत्वाकर्षण हें आहे, ही गोष्ट हल्लीं सर्वांनां माहीत आहे. पण टॉलेमीला तें कारण माहीत नव्हतें आणि न्यूटनच्या काळापर्यंतहि तें कोणीं शोधून काढलें नव्हतें. ग्रहांच्या गतीसंबंधानें टॉलेमीनें वेध घेऊन कित्येक नव्या नव्या गोष्टी लिहून ठेवल्या आहेत. म्हणून वेध घेणारा ज्योतिषी या नात्यानेंच टॉलेमीचा उच्च दर्जा लागतो; पण त्याची कीर्ति मुख्यतः त्याच्या ग्रंथांमुळेंच फार झालेली आहे.

टॉलेमीची कामगिरी.—त्याचे मोठाले ग्रंथ भूवर्णन व ज्योतिषशास्त्र या विषयांवर आहेत. भूवर्णनावरील ग्रंथांत त्यानें स्ट्रेबोच्या पुढें मजल मारून कमींत कमी पांच हजार स्थळांचे अक्षांश दिले आहेत. ज्योतिषशास्त्र या विषयांतलि त्याची मोठी कामगिरी म्हणजे त्यानें हिप्पार्कसचें परिश्रमपूर्वक मिळविलेलें ज्ञान जगाला माहीत करून दिलें. टॉलेमीनें, आपल्या पूर्वी होऊन गेलेल्या या बड्या ज्योतिषशास्त्रज्ञानें तयार केलेला खगोलाचा नकाशा मूल कर्त्याच्या नांवाचा उल्लेख न करतां दिलेला आहे, असा त्याच्यावर आरोप आहे. आणि या आरोपाचें निरसन करणें कठिण आहे यांत शंका नाहीं. तथापि तो नकाशा स्वतःचा असें ध्वनित करण्याचा त्याचा हेतु नसावा. कारण हिप्पार्कसच्या नांवाचा उल्लेख त्यानें आपल्या ग्रंथांत वारंवार केलेला आहे. फार काय, पण टॉलेमीचा ग्रंथ म्हणजे हिप्पार्कसच्या ज्योतिषशास्त्रविषयक सिद्धान्तांचें केवळ विवरण आहे. नवे शोध लावणारा या नात्यानें हिप्पार्कसबरोबर टॉलेमीची तुलना करण्यास कोणीच कधीं प्रवृत्त होणार नाहीं; तथापि ज्योतिषशास्त्र या विषयाची माहिती सामान्य लोकांस सुलभ करून देणारा या नात्यानें टॉलेमीची योग्यता हिप्पार्कसपेक्षां निःसंशय अधिक आहे. कारण हिप्पार्कसचे ग्रंथ लवकरच नष्ट होऊन गेले, पण ज्योतिषशास्त्रावरील टॉलेमीचे ग्रंथ प्राचीन काळापासून मध्ययुगाच्या अखेरपर्यंत पूर्वेकडील व पश्चिमेकडील देशांत विद्यालयांतून क्रमिक पुस्तकें म्हणून शिकविण्यांत येत असत.

टॉलेमीचा अल्माजेस्ट ग्रंथ व पृथ्वीकेन्द्रसिध्दान्त.—टॉलेमीचा सर्वांत अधिक नांवाजलेला ग्रंथ अल्माजेस्ट या अरबी नांवानें प्रसिद्ध होता. हें नांव मूळ ग्रीक भाषेंतल्या 'सर्वांत मोठा ग्रंथ' या अर्थाच्या शब्दापासून बनलेलें आहे. हें असें निराळें नांव पडण्याचें कारण असें कीं, टॉलेमीचा ज्योतिषशास्त्रावर चार पुस्तकांचा मिळून एक आणखी निराळा ग्रंथ होता. या दोन ग्रंथांचा घोटाळा होऊं नये म्हणून अरबांनीं पहिल्या ग्रंथाला निराळें नांव दिलें, व पुढें यूरोपांतील देशांतहि तो ग्रंथ त्याच नांवानें प्रसार पावला. टॉलेमीच्या या ग्रंथांत हिप्पार्कसचेच सिद्धांत विस्तारपूर्वक मांडलेले होते, हें पूर्वी सांगितलेंच आहे. त्यांत पृथ्वी हाच सूर्यमालेचा मध्य आहे; पृथ्वीभोंवतीं रोज चोवीस तासांत सर्व ग्रह व तारे फिरतात; आणि पृथ्वी गोलाकार आहे; हे सिद्धान्त ग्राह्य धरले होते. आरिस्टार्कसचा सूर्यकेंद्रसिद्धान्त टॉलेमीला मान्य होणें शक्य नव्हतें ही मोठ्या दुःखाची गोष्ट आहे. कां कीं मध्ययुगांत सुद्धां अखेरपर्यंत टॉलेमीच्या ग्रंथांनां यूरोपभर मोठा मान असल्यामुळें सूर्यकेंद्रसिद्धान्ताचा त्यानें पुरस्कार केला असता तर निःसंशय तो सिद्धान्त बराच ग्राह्य झाला असता. परंतु टॉलेमीनें पृथ्वीकेंद्रसिद्धान्तच विनशर्त मान्य केला, व त्यामुळें ख्रिस्तोत्तर १५ व्या शतकापर्यंत ह्या प्रतिगामी सिद्धान्ताच्या सत्यतेबद्दल संशय घेण्यास कोणीहि विद्वान् धजला नाहीं.

अपचक्रांची मूळ कल्पना व तिचा पुढील पिढ्यांकडून विपर्यास.—टॉलेमीच्या अल्माजेस्ट या ग्रंथांत ज्योतिषशास्त्रविषयक सर्व सिद्धान्तांचें विवेचन दिलेलें आहे; पण त्यांतल्या त्यांत या ग्रंथाचा अत्यंत प्रसार होण्याचें कारण त्यांत दिलेला केंद्रच्युतिविषयक व अपचक्रविषयक सिद्धान्त होय. हिप्पार्कसच्यां मूळ कल्पना घेऊनच त्यावर टॉलेमीनें या सिद्धान्ताची उभारणी केली होती; परंतु पुढें टॉलेमीचेंच नांव सर्वतोमुखी झाल्यामुळें तो सिद्धान्तहि त्याच्या नांवावर मोडूं लागला. ह्या सिद्धान्ताचें स्पष्टीकरण मागें हिप्पार्कसच्या चरित्रलेखनाच्या वेळीं आलेलेंच आहे. तथापि येथें हें सांगितलें पाहिजे कीं, हिप्पार्कस व टॉलेमी हे दोघेहि ग्रहमालेची उपपत्ति सुव्यवस्थित लावण्याकरितांच वरील अपचक्रसिद्धान्त प्रतिपादित असत. तशीं लहान लहान अपचक्रें अंतरिक्षांत प्रत्यक्ष अस्तित्वांत आहेत, असा त्यांचा विश्वास नव्हता. तथापि पुढील पिढ्यांनीं मात्र या सिद्धान्ताचा तसा अर्थ केला; आणि इतर ग्रहांचे मोठे गोल व हीं अपचक्रें खरोखरच नभोमंडलांत अस्तित्वांत आहेत असें मानण्यांत येऊं लागलें. हीं सर्व अपचक्रें ग्रहांच्या गोलाकृति कक्षांशीं संबंध न येतां कशीं फिरत रहात असतील, या अवघड गोष्टीचा कोणीच विचार केला असल्याचें दिसत नाहीं. बाकी आजकालचे पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञ ईथर व त्याचे जे गुणधर्म गृहीत धरतात त्यांबद्दलची सत्यता तरी त्यांनां कोठें पटलेली असते? तात्पर्य एखादी महत्त्वाची उपपत्ति बसवीत असतां कित्येक किरकोळ गोष्टी प्रत्यक्ष पुराव्यानें सिद्ध झालेल्या नसतांनाहि मान्य कराव्या लागत असतात; पण सामान्य लोकांनां त्या खऱ्याच वाटतात. याप्रमाणेंच मध्ययुगांतील लोक आकाशांतील या संकेंद्रक स्फटिकमय अपचक्रांनां खरोखरच अस्तित्व आहे असें मानीत असत, आणि या समजुतीला कोणी विरोधहि केला नव्हता. परंतु पुढें धूमकेतू हे ग्रहांच्या कक्षा छेदून जातात असें जेव्हां निदर्शनास आलें, तेव्हां मात्र ही समजूत लटपटूं लागली.

टॉलेमीचे भूगोलविषयक ग्रंथ.—भूगोलवर्णन या विषयावर टॉलेमीनें लिहिलेलीं आठ पुस्तकें त्याच्या अल्माजेस्ट या पुस्तकाइतकींच प्रसिद्ध होतीं. परंतु त्यावद्दल येथें फारसें लिहिण्याचें कारण नाहीं. कारण त्यांत आलेलीं तत्त्वें मागें भूगोलवर्णनविषयांतलि वर्णिलेल्या तत्त्वांप्रमाणेंच आहेत. टॉलेमीच्या ग्रंथाची मूळ हस्तलिखितें आज उपलब्ध नाहींत. ५ व्या शतकांतील म्हणून म्हटली जाणारी अलेक्झांड्रियामधील अॅगाथाडमॉननें लिहिलेली एक प्रत उपलब्ध आहे, व तिचा विशेष हा आहे कीं, तिच्यांत मूळ टॉलेमीनें तयार केलेल्या सुमारें सत्तावीस नकाशांच्या नकला आहेत. या नकाशांत समुद्रांनां हिरवा रंग दिलेला आहे; पर्वतांनां तांबडा किंवा दाट पिंवळा आणि जमिनीला पांढरा रंग आहे. भूमध्यरेषेच्या एका अंशाची लांबी टॉलेमीनें ६०४ ऐवजीं ५०० स्टेडिया धरली होती. इतकीच लांबी धरण्याचें कारण काय तें मात्र कोठें सांगितलेलें नाहीं. टॉलेमीच्या या चुकीच्या हिशेवाचा एक मोठा विलक्षण परिणाम झाला. त्यावद्दल डोनॅल्डसन म्हणतो, "टॉलेमीनें ऱ्होड्समधून जाणारी अक्षांशरेषा घेऊन फॉर्च्युनेट नांवाच्या बेटांपासून बोर्निओच्या पश्चिम किनाऱ्यावरच्या कॅटिगारा शहरापर्यंत अंतर मोजलें; व तें १८० अंश म्हणजे पृथ्वीच्या अर्ध्या परिघाइतकें असल्याचें ठरविलें. वास्तविक या दोन ठिकाणांमधील अंतर सुमारें १२५ किंवा १२७ अंशच कायतें आहे. म्हणजे टॉलेमीचा हिशेव तृतीयांशानें चुकला होता. परंतु मध्ययुगांत टॉलेमीच्या भूवर्णनाच्या पुस्तकाला फार मान असल्यामुळें हे चुकीचे हिशेवहि बरोबर मानले जात असत. व त्यांपासून एक अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट घडून आली. या चुक्यांमुळेंच अमेरिका खंडाचा शोध लागला. कारण कोलंवस जेव्हां यूरोपच्या पश्चिमकिनाऱ्यापासून निघून समुद्रांतून आशियाच्या पूर्व भागांत जाण्याकरितां निघाला, तेव्हां हें अंतर वास्तविक अंतरापेक्षां टॉलेमीच्या चुकीच्या हिशेवामुळें तृतीयांशानें कमी लेखून चालला होता." या वर्णनांत कांहीं थोडीशी अवास्तविक कल्पना आहे; कारण, हें अंतर आणखी अधिक आहे हें माहीत असतें तरी त्याला डगमगणारा इसम कोलंवस नव्हता; कारण त्याच्यावरोबरचे खलाशी स्पेनपासून थोडे दूर गेले न गेले तोंच कुरकुरूं लागले होते; तरी त्यानें आपलें जहाज तसेंच पुढें रेटींत नेलें ही गोष्ट सर्वश्रुतच आहे. तें कांहींहि असलें तरी इतकें खरें आहे कीं, कोलंवसानें ज्या ग्रंथांच्या आधारें आपल्या प्रवासांतील ठिकाणांमधील अंतरें गृहीत धरिलीं होतीं ते टॉलेमीचे ग्रंथ सुमारें वारा शतकांहून अधिक काळपर्यंत पाश्चात्य जगांत अगदीं पूर्णपणें मान्य होऊन राहिले होते.

टॉलेमीपासून कोपर्निकसापर्यंत.— टॉलेमीनंतर प्राचीन काळांत नांव घेण्यासारखा असा दुसरा कोणी मोठा ज्योतिषी झाला नाहीं. स्तिमित युगाच्या प्रगतिशून्य काळानंतर मध्ययुगांत संस्कृतिविकासाचें काम रोमन लोकांच्या हातचें जाऊन अरवांच्या हातीं आलें होतें. परंतु अरवांच्या नेतृत्वाखालींहि निदान ज्योतिषशास्त्रांत तरी जवळ जवळ मुळींच प्रगति झाली नाहीं असें म्हटलें तरी चालेल. अरवांमधील सुप्रसिद्ध ज्योतिषी म्हटला म्हणजे आलवाटेग्निअस(इ०स०८५०–९२९) हा होय. भारतवाह्य राष्ट्रांत, सूर्योच्च (रव्युच्च) गतिमान् आहे ही गोष्ट प्रथम त्याच्याच ध्यानांत आली होती. आलवाटेग्निअसपासून कोपर्निकसापर्यंत लिओनार्डो डा व्हिन्सि हाच कायतो एक वाखाणण्यासारखा ज्योतिर्विद झाला. सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरत नसून पृथ्वीच सूर्याभोंवतीं फिरत असते, हा कोपर्निकसाचा सिद्धांत त्याच्या अगोदर यानेंच प्रथम गणित करून काढला होता.

मध्ययुगामध्यें सर्वसंमत असलेल्या टॉलेमीच्या ज्योतिषांत पृथ्वी ही गोलाकार आहे असें सांगितलें होतें; परंतु कोलंवसानें, आणि विशेषतः त्याच्यानंतर ३० वर्षांनीं झालेल्या माजेलननें, पृथ्वी वाटोळी आहे हें सप्रयोग सिद्ध करून दाखविल्यावर शास्त्रेतर सामाजांतहि या सिद्धान्तास मान्यता मिळाली व आतां त्या सिद्धांन्ताच्या सत्यतेवद्दल कोणालाहि शंका राहिली नाहीं. तथापि, या सिध्दान्तानें टॉलेमीचा जो दुसरा सिध्दान्त कीं पृथ्वी ही स्थिर आहे, त्याच्या सत्यतेवर कांहींच प्रकाश पडण्यासारखा नव्हता. माजेलनच्या पृथ्वीप्रदक्षिणेमुळें लोकांची टॉलेमीच्या पृथ्वीकेंद्रसिध्दान्तावरील श्रध्दा कमी होण्याऐवजीं ती अधिकच दृढ झाली. ह्या पृथ्वीकेंद्रसिध्दान्तास प्रतिस्पर्धी अशी एक उपपत्ति कांहीं प्राचीन ग्रीक तत्वज्ञांनीं —विशेषतः आरिस्टार्कसनें—प्रतिपादन केली होती खरी परंतु हिप्पार्कसनें व त्यानंतर टॉलेमीनें ह्या सिध्दान्ताचा पुरस्कार केल्यामुळें तिचा कांहींच उपयोग झाला नाहीं. प्रस्तुतच्या नूतन शास्त्रीय युगांत आरिस्टार्कसच्या कल्पनेचें पुनरुज्जीवन करणारा पहिला इसम म्हटला म्हणजे पंधराव्या शतकाच्या पूर्वार्धांत होऊन गेलेला कुसाचा कार्डिनल निकोलस हा होय. हा गणिती व तत्त्वज्ञानावरील लेखक म्हणून नांवाजलेला होता. तथापि त्याच्या सिध्दान्ताकडे कोणीं यत्किंचितहि लक्ष दिलें नाहीं. या सिध्दांताकडे साऱ्या जगाचें लक्ष वेधून घेणारा मनुष्य म्हणजे कोपर्निकस हा होय.

अर्वाचीन ज्योतिर्ज्ञान

निकोलस कोपर्निकस.—निकोलस कोपर्निकस हा इ. स. १४७३ मध्यें पूर्व प्रशियांत, थार्न नांवाच्या एका खेडेगांवीं जन्मला. कोपर्निकसाच्या कुलासंबंधीं आपणांस फारच थोडी माहिती उपलब्ध आहे. याची आई जर्मन होती, परंतु याचा बाप कोण होता हें निश्चित नाहीं. लहानपणींच कोपर्निकस वैद्यकीचा अभ्यास करण्यासाठीं व्हिएन्ना येथें गेला, व नंतर इटालीमध्यें जाऊन तेथें तो कांहीं वर्षें राहिला. इ. स. १५०० च्या सुमारास तो रोममधील एका महाविद्यालयांत गणिताचा अध्यापक होता. त्यानंतर तो स्वदेशीं परत आला व पुढें मरेपर्यंत तो तेथेंच होता. तो

इ. स. १५४३ मध्यें आपल्या वयाच्या सत्तराव्या वर्षी डॉमकेर येथें मरण पावला.

सूर्यकेन्द्रसिद्धान्ताची कल्पना कोपर्निकसच्या डोक्यांत पूर्ववयांतच आलेली दिसते. ही गोष्ट त्याच्या ग्रंथाच्या पोपला उद्देशून लिहिलेल्या समर्पणपत्रिकेंतील त्याच्याच एका वाक्यावरून स्पष्ट होते. सूर्यकेन्द्रसिद्धान्ताची कल्पना कोपर्निकसाच्या मनांत पुष्कळ दिवसांपासून घोळत होती. तरी त्याच्या मृत्यूच्या सालापर्यंत ती त्यानें पुस्तक रूपानें प्रसिद्ध केली नाहीं. याचें कारण, त्याला धर्माधिकाऱ्यांची भीति वाटत होती असें त्याचे कांहीं टीकाकार म्हणतात; पण तसें कांहीं कारण असेलसें दिसत नाहीं. प्रथमतः त्याच्या मनांत आपल्या कल्पनेचा प्रसार पायथॅगोरसप्रमाणें तोंडी शिकवणुकीनें करावा असें होतें, व त्याप्रमाणें त्यानें कांहीं जणांनां आपलीं तत्त्वें समजावून दिलींहि होतीं. परंतु शेवटीं शेवटीं त्याला आपण आपले विचार पुस्तकरूपानेंच प्रसिद्ध करावे असें वाटून त्याप्रमाणें त्यानें पुस्तक छापावयास टाकलें. असें म्हणतात कीं, त्याच्या ग्रंथाची पहिली प्रत तो मृत्युशय्येवर पडला असतांच त्याच्या हातांत पडली. त्यानें हें पुस्तक पोपला समर्पण केलें होतें. त्याची उपपत्ति सर्वांच्या परिचयाचीच आहे. सूर्य हा सर्व ग्रहांच्या मध्यभागीं असून पृथ्वी आदिकरून सर्व ग्रह त्याच्या भोंवतीं फिरतात; व ग्रहांखेरीज इतर सर्व ज्योती स्थिर असून त्या पृथ्वीपासून अनंत अंतरावर आहेत. अशीही त्याची उपपत्ति होती. हीं मतें त्यानें आपल्या पुस्तकाच्या पोपला लिहिलेल्या प्रस्तावनेंत सविस्तर दिलीं असून तीं त्याला कशीं व केव्हां सुचलीं याचेंहि येथें विवरण केलें आहे.

कोपर्निकसाच्या या ग्रंथाचें नांव 'दि ऑर्बिअम सिलेश्चिअम रिव्होल्युशनिबस' असें असून तो न्युरेंबर्ग येथें इ० स० १८४३ मध्यें प्रसिद्ध करण्यांत आला. हा ग्रंथ लटिनमध्यें लिहिलेला होता. त्यांत विवरण केलेल्या कोपर्निकसाच्या उपपत्तीची उत्तम प्रकारें कल्पना येण्यासाठीं त्यांतील कांहीं उतारे स्वतः ग्रंथकर्त्याच्याच शब्दांत पुढें दिले आहेत.

कोपर्निकसनें सूर्यकेन्द्रसिद्धांताचा पुरस्कार करण्याचें कारण.—कोपर्निकस आपल्या अर्पणपत्रिकेंत म्हणतोः "महाराज ग्रहमालेच्या प्रचलित उपपत्तीविरुद्ध नवीन उपपत्ति प्रतिपादन करण्यास कोणत्या गोष्टी कारणीभूत झाल्या तें मी आपल्यापासून लपवून ठेवूं इच्छित नाहीं. ग्रहगालेसंबंधीं नवीन कल्पना माझ्या डोक्यांत येण्याचें कारण गणिती लोकांचे शोध एकमेकांशीं कधीं जमत नाहींत हें होय. पहिली गोष्ट म्हटली म्हणजे, सूर्यचंद्रांच्या गतींविषयीं शास्त्रज्ञांमध्यें इतकी अनिश्चितता आहे कीं त्यांनां वर्षाचा काल देखील बरोबर काढतां येत नाहीं. दुसरी गोष्ट, सूर्यचंद्रांच्या आणि पंचग्रहांच्या गती ठरवितांना ते कार्यकारणपरंपरेचे एकच नियम सर्वत्र लागू करीत नाहींत; किंवा त्यांनां एकाच सुसंगत रीतीनें आपले सर्व सिद्धांत सिद्धहि करितां येत नाहींत. कांहीं जण संकेंद्रिय वर्तुळांची मदत घेतात, तर कांहींनां त्यासाठीं दीर्घ वर्तुळांची किंवा अपचक्रांची कास धरावी लागते; आणि इतकेंहि करून त्यांचा हेतु साध्य होत नाहीं तो नाहींच. विश्वाचा आकार काय आहे व त्याच्या निरनिराळ्या भागांत सरूपता कशी आहे या मुख्य मुख्य गोष्टी देखील त्यांनां अद्याप निश्चित करतां आल्या नाहींत. एखाद्यानें एकाचे हात दुसऱ्याचे पाय, तिसऱ्याचें डोकें आणि चवथ्याचे इतर अवयव घेऊन मूर्ति घडावी, व हे सर्व अवयव सुंदर असले तरी प्रमाणांत नसल्यामुळें त्यापासून मनुष्य तयार होण्याचे ऐवजीं भलताच एखादा हिडिस प्राणी निर्माण व्हावा अशी या शास्त्रज्ञांच्या सिध्दान्तांची आज स्थिति आहे.

"निरनिराळ्या गणितज्ञांच्या मतभेदांचा बराच विचार केल्यावर, शेवटीं मीं आकाशांतील ज्योतींच्या गतीसंबंधीं एखादी निराळी उपपत्ति पूर्वीं कोणीं कधीं प्रतिपादिली होती किंवा नाहीं हें पाहण्यासाठीं जुन्या तत्त्वज्ञांचे हातीं आले तेवढे सर्व ग्रंथ चाळून पाहिले. तेव्हां प्रथम मला सिसिरोच्या ग्रंथांत असें आढळलें कीं, नाइसीटीजला पृथ्वी फिरत आहे असें वाटत होतें. नंतर पुढें प्लुटार्कच्या ग्रंथावरून नाइसीटीज शिवाय दुसरेहि कित्येक लोक याच मताचे होते, असें माझ्या निदर्शनास आलें. यामुळें पृथ्वी फिरत आहे या प्रश्नाचा आपणहि विचार करून पहावा असा मला मोह उत्पन्न झाला. पृथ्वीच्या गतीसंबंधाची कल्पना बुद्धिवादास पटण्याजोगी नाहीं, हें मला उघड उघड दिसत होतें. परंतु माझ्यापूर्वी कित्येक पंडितांनां आकाशस्थ ज्योतींच्या चमत्कारांची कारणमीमांसा लावण्याकरितां ही कल्पना गृहीत धरावी लागली होती हें पाहून माझ्या मनांत असा विचार आला कीं, या प्राचीन पंडितांप्रमाणें मींहि पृथ्वी गतिमान आहे ही गोष्ट गृहीत धरून आकाशस्थ ज्योतींच्या गतीसंबंधीं पूर्वीपेक्षां कांहीं अधिक विश्वसनीय सिद्धान्त काढतां येतो किंवा नाहीं हें कां पाहूं नये?"

कोपर्निकसाच्या ग्रंथाच्या पहिल्या विभागांतल्या दहाव्या प्रकरणांत त्याच्या सूर्यकेंद्रीय उपपत्तीविषयीं अधिक विवेचन आलें आहे. तेथें तो म्हणतो, "मार्शिआनस कॅपेला व दुसरे कांहीं लॅटिन गृहस्थ यांचीं मतें मला विशेष लक्ष देण्यासारखींच वाटतात." त्याच्या मतें शुक्र व बुध हे ग्रह सूर्यरूपी केंद्राभोंवतीं फिरत असून, इतर ग्रहांप्रमाणें ते पृथ्वीभोंवतीं फिरत नसल्यामुळें ते आपल्या कक्षेचें वर्तुळ सोडून सूर्यापासून अधिक दूर जाऊं शकत नाहींत. त्याच्या उपपत्तीप्रमाणें बुधाची कक्षा शुक्राच्या कक्षेच्या आंत असून शुक्राची कक्षा बुधाच्या कक्षेच्या दुप्पट असल्यानें तींत बुधाच्या प्रदक्षिणेस पुरेसा अवकाश आहे.

सूर्यकेन्द्र सिद्धान्ताची सत्यता सिद्ध करणारा पुरावा.—"याच कल्पनेचा अधिक विस्तार करून जर

आपण शनि, गुरु आणि मंगळ यांचाहि उपर्युक्त दोन ग्रहांच्या केन्द्राशीं संबंध जोडला, व त्यांच्या कक्षा, बुध, शुक्र व पृथ्वी या सर्वांच्या कक्षांचा अंतर्भाव होण्याइतक्या मोठ्या आहेत ही गोष्ट ध्यानांत ठेविली, तर त्या सर्वांच्या नियमित व क्रमवार गतींविषयीं सुसंगत उपपत्ति लागूं शकते. शनि, गुरु व मंगळ हे जेव्हां संध्याकाळीं उगवतात—म्हणजे जेव्हां ते सूर्याच्या अगदीं उलट बाजूस असतात किंवा जेव्हां आपली पृथ्वी ते व सूर्य यांच्या दरम्यान असते—तेव्हां हे ग्रह पृथ्वीपासून जास्तींत जास्त जवळ असतात; त्याचप्रमाणें जेव्हां ते संध्याकाळीं मावळतात—म्हणजे जेव्हां सूर्य हा त्यांच्या व पृथ्वीच्या दरम्यान असतो—तेव्हां ते पृथ्वीपासून जास्तींत जास्त दूर असतात; या गोष्टी मार्शिआनसला नक्की ठाऊक होत्या. यावरून हें निर्विवाद सिद्ध होतें कीं, ज्याच्या भोंवतीं बुध व शुक्र प्रदक्षिणा करीत असतात तो सूर्य या ग्रहांचाहि केंद्र असला पाहिजे. आतां ज्या अर्थी सर्व ग्रह एका केंद्राभोंवतीं फिरत असतात त्या अर्थी शुक्र व मंगळ यांच्या कक्षांच्या दरम्यान असलेल्या अवकाशांत पृथ्वी, चंद्र व त्या दोघांच्या दरम्यान असलेल्या यच्चयावत् वस्तूंचा अंतर्भाव केला पाहिजे; कारण, चंद्र ही पृथ्वीच्या अत्यंत जवळची ज्योति आहे ही गोष्ट निर्विवाद असून, चंद्र व पृथ्वी यांची कोणत्याहि रीतीनें विशेषतः मंगळ व शुक्र यांच्या मधील अवकाशांत त्यांचा अंतर्भाव होण्याइतकी जागा असल्यामुळें ताटातूट करतां येत नाहीं. उपरिनिर्दिष्ट कारणांमुळें पृथ्वी ही, तिच्या भोंवतीं फिरत असलेल्या चंद्रासह, विश्वाच्या मध्यभागीं निश्चल असलेल्या सूर्याभोंवतीं, शुक्र व मंगळ यांच्या दरम्यान असलेल्या अवकाशांतून एका वर्षांत एक प्रदक्षिणा करिते, व ज्या ज्या गोष्टींवरून सूर्य गतिमान् आहे असा आपणांस भास होतो, त्या सर्वांचें स्पष्टीकरण पृथ्वीच्या गतीमुळेंहि करितां येतें असें आम्ही छातीठोकपणें म्हणूं शकतों. विश्वाचा विस्तार इतका मोठा आहे कीं, इतर ग्रहांच्या कक्षांच्या मानानें जरी पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर जास्त वाटत असलें, तरी खगोलाच्या आकाराच्या मानानें तें कांहींच नाहीं. जे पृथ्वी निश्चल आहे असें म्हणतात त्यांच्या अनंत वर्तुळें असलेल्या उपपत्तीपेक्षां मला हीच उपपत्ति अधिक सयुक्तिक वाटते. ही उपपत्ति प्रचलित मताच्या विरुद्ध आहे, व पुष्कळांनां ती आकलन न करतां येण्यासारखीहि वाटेल; परंतु प्रभूची इच्छा असल्यास, निदान ज्यांनां गणिताचें कांहीं ज्ञान आहे त्यांनां तरी, मी ती सूर्यापेक्षां अधिक स्पष्ट करून दाखवीन.

"या गोलांचा [कक्षारूप कल्पिलेल्या गोलांचा] अनुक्रम पुढें दिल्याप्रमाणें आहे. प्रथम अत्यंत हलका असलेला असा स्थिर तारकांचा गोल असून यांत सर्व गोलांचा समावेश होतो. तो निश्चल असून त्याच्या अनुसंधानानेंच आपण इतर तारकांच्या स्थलांचा उल्लेख करीत असतों. यानंतर सर्वांच्या बाहेर असलेला शनि हा ग्रह आहे व त्याची सूर्याभोंवतालची प्रदक्षिणा तीस वर्षांत संपूर्ण होते. त्यानंतर गुरु हा ग्रह असून त्याच्या प्रदक्षिणेस बारा वर्षे लागतात. नंतर दोन वर्षांचा प्रदक्षिणाकाल असलेला मंगळ हा ग्रह आहे. त्यानंतर एखाद्या अपचक्राप्रमाणें चंद्राची कक्षा सभोंवतीं असलेली आपली पृथ्वी असून तिची प्रदक्षिणा एका वर्षांत संपते. नऊ महिन्यांत प्रदक्षिणा करणारा शुक्र हा पांचवा ग्रह आहे, व त्याच्या कक्षेच्या आंत बुध हा सहावा ग्रह असून त्याची प्रदक्षिणा ऐंशीं दिवसांत संपते. या सर्वांच्या मध्यें सूर्याचें अधिष्ठान आहे. सूर्यमालारूपी मनोहर देवालयाच्या या दीपकासाठीं दुसरें चांगलें ठिकाण सांपडणें शक्य असेलसें वाटत नाहीं. अशा रीतीनें सूर्य हा सर्वांच्या मध्यभागीं सिंहासनावर बसून आपल्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा घालणाऱ्या ज्योतींचें नियंत्रण करीत असतो. गुरूच्या तेजाची क्षयवृद्धि शनीच्यापेक्षां अधिक व मंगळाच्यापेक्षां कमी कां दिसतें, आणि त्याचप्रमाणें ही क्षयवृद्धि बुधाच्यापेक्षां शुक्राच्या बाबतींत अधिक कां असते, याचें वरील उपपत्तीनें चांगलें स्पष्टीकरण होतें. शनि, गुरु व मंगळ हे सूर्याच्या किरणांत अदृश्य होतात तेव्हांपेक्षां ते संध्याकाळीं उगवतात त्या वेळीं पृथ्वीच्या अधिक जवळ कां असतात याचाहि उलगडा वरील उपपत्तीनें होऊं शकतो. ही गोष्ट मंगळाच्या बाबतींत अधिक स्पष्टपणें ध्यानांत येते. तो जेव्हां रात्रीच्या वेळीं आकाशांत दिसतो, तेव्हां त्याचा आकार गुरूइतका असतो, परंतु लवकरच पुढें त्याचें दुसऱ्या प्रतीच्या ताऱ्यांत अधःपतन होतें. या सर्वांच्या मुळाशीं पृथ्वीची गति हें एकच कारण आहे. स्थिर तारकांच्या बाबतींत हा प्रकार आढळून येत नाहीं, यावरून त्या आपल्यापासून अनंत अंतरावर आहेत ही गोष्ट सिद्ध होते."

सूर्यकेन्द्रसिद्धान्तावर घेतला गेलेला आक्षेप.—तारकांच्या बाबतींत यत्किंचितहि लंबन दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं ही गोष्ट पृथ्वी फिरत असते या उपपत्तीविरुद्ध एक महत्त्वाचा मुद्दा समजला जात होता; व कोपर्निकसचे प्रतिपक्षी अद्यापहि तो तसाच मानीत असत. तारे हे आपल्यापासून अतिशय दूर असल्यामुळें त्यांचें लंबन दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं असें आरिस्टार्कसनें या शंकेचें निराकरण केलें होतें, व तें बरोबरहि होतें. कांहीं ताऱ्यांनां लंबन असतें ही गोष्ट पुढें एकोणिसाव्या शतकांतील ज्योतिष्यांनीं अधिक सूक्ष्म यंत्रांच्या साहाय्यानें सिद्ध केली; परंतु ती सिद्ध होण्याच्या अनेक वर्षें अगोदरच कोपर्निकसाचा सूर्यकेन्द्रसिद्धांत सर्वमान्य होऊन बसला.

कोपर्निकसच्या उपपत्तींतील दोष.—कोपर्निकसाची विश्वरचनेसंबंधीं उपपत्ति सामान्यतः बरोबर होती, तरी टॉलेमीच्या उपपत्तींतील कित्येक दोष त्यास टाळतां आले नाहींत. स्वकालीन लोकमतास मान देण्यासाठीं टॉलेमीच्या उपपत्तींतील शक्य तितका भाग त्यानें कायम ठेविलेला दिसतो. उदाहरणार्थ, ग्रहांच्या कक्षा वर्तुळाकृति आहेत असें त्यानें म्हटलें असून त्यांच्या केन्द्रच्युतींचें स्पष्टीकरण करण्याकारतां त्यानें टॉलेमीच्या धर्तीवर अपचक्रांच्या उपपत्तीचा आश्रय केला आहे.

कोपर्निकसच्या उपपत्तीचा विद्वज्जनांत प्रसार.—कोपर्निकसाच्या क्रांतिकारक कल्पनेस एकदम मान्यता मिळाली नाहीं हें सांगावयास नकोच. तथापि कित्येक मुख्य मुख्य ज्योतिष्यांनीं तिचा तावडतोब स्वीकार केला. 'एव्होल्युशन्स' ह्या ग्रंथावर टीका लिहिणारा -हीटिकस, प्रुटेनिक (प्रशियांत झाली म्हणून त्यांना असें नांव पडलें) कोष्टकांचा कर्ता रीन होल्ड, हेस्सेच्या लँडग्रेव्हचा ज्योतिषी रॉथमन व केप्लरचा गुरु मास्ट्लीन, यांचा कोपर्निकसाच्या सिद्धांताचा स्वीकार करणाऱ्या पंडितांत प्रामुख्यानें निर्देश केला पाहिजे. उपरिनिर्दिष्ट प्रुटेनिक कोष्टकेंहि कोपर्निकसाच्या कोष्टकांची सुधारलेली आवृत्ति समजली जात असून, ज्योतिषी लोकांनां तीं फार प्रिय झालीं होतीं. -हीटिकसच्या टीकेवरून आपणांस असें कळतें कीं, कोपर्निकसास प्रथम सूर्यकेन्द्रसिद्धान्ताची कल्पना सुचली, ती त्याच्या मंगळाच्या कक्षेच्या वेधामुळें व निरनिराळ्या काळीं मंगळाच्या स्पष्ट व्यासांत जो विलक्षण फरक पडतो त्यामुळें होय. रीनहोल्डविषयीं असें म्हणतात कीं, तो बुधाची कक्षा दीर्घवर्तुलाकार मानीत असे; व त्याच्या चंद्रविषयक उपपत्तीप्रमाणें, चंद्राचें अपचक्र दीर्घवर्तुळाकार कक्षेवर फिरत असतें. रीनहोल्डच्या सदरहू मतांत पुढें होणाऱ्या केप्लरच्या महत्वाच्या शोधाचेंच पूर्वस्वरूप पहावयास मिळतें असें म्हणावयास हरकत नाहीं. हेस्सेचा लँडग्रेव्ह यानें रॉथमन व जस्टस बिरगियस यांच्या मदतीनें स्थिर तारकांची एक यादी तयार केली होती. केप्लरचा गुरु मास्ट्लीन हा सूर्याच्या तेजानें प्रकाशित न झालेल्या चंद्राच्या भागावर दिसणाऱ्या प्रकाशाचें बरोबर कारण सांगणारा पहिला आधुनिक ज्योतिषी होता असें म्हणतात. चंद्रावरील हा प्रकाश स्वतः चंद्राचा नसून सूर्याच्या किरणांचें पृथ्वीपासून परावर्तन होऊन तो दृश्यमान होतो असें मास्ट्लीनचें त्यासंबंधीं स्पष्टीकरण होतें. परंतु कांहीं ग्रीक तत्त्वज्ञांनींहि या प्रकाशाचें हें कारण सांगितलें होतें असें म्हणतात. व मास्ट्लीनच्यापूर्वी लिओनार्डो डा व्हिन्सि यानेंहि तसेंच स्पष्टीकरण दिलें होतें असें प्रतिपादण्यांत येतें.

टायको ब्राही.—कोपर्निकसच्या उपपत्तीस अशा रीतीनें तत्कालीन कित्येक प्रमुख ज्योतिष्यांचा पाठिंबा मिळाला, तरी कोपर्निकसानंतर झालेल्या टायको ब्राही नामक सुप्रसिद्ध ज्योतिष्यानें पृथ्वीला गति आहे हें तत्त्व मान्य करण्याचें साफ नाकारलें. टायको ब्राही हा डॅनिश इसम असून तो क्नुड्स्ट्रुप येथें इ. स. १५४६ मध्यें जन्मला व इ. स. १६०१ मध्यें प्रेग येथें मरण पावला. डेन्मार्कचा राजा फ्रेडरिक हा टायकोचा आश्रयदाता असून त्यानें त्याला हुएने बेटांत एक वेधशाळा बांधून दिली होती. फ्रेडरिक मरण पावल्यावर टायको जर्मनींत गेला. तेथें सुदैवानें त्याची तरुण केप्लरशीं ओळख होऊन या ओळखीमुळें केप्लरची महत्वाकांक्षा प्रचालित झाली.

ग्रहगतींसंबंधीं टायकोचीं मतें.—टायकोनें सूर्य हा ग्रहांच्या गतीचें केन्द्र आहे ऐवढा कोपर्निकसाच्या उपपत्तीचा भाग मान्य केला परंतु सूर्य हा पृथ्वीखेरीज करून इतर ग्रहांसमवेत पृथ्वीच्या भोंवती फिरत असतो असें तो प्रतिपादन करीत असे. टायको ब्राहीसारख्या विद्वानानें असें विचित्र मत प्रतिपादन करावें हें आज आपणांस कदाचित् आश्चर्यकारक वाटेल; तथापि परंपरागत समजुतींचा पगडा त्या लोकांवर इतका कांहीं बसला होता कीं, त्यांच्या कचाटयांतून टायकोसारख्या विद्वानाला देखील सुटतां येईना. शिवाय धर्मग्रंथांतहि पृथ्वी हीच सर्व विश्वाचें केन्द्र असें प्रतिपादन केलें असल्यामुळें धर्मग्रंथांच्या विरुद्ध प्रतिपादन करण्यास बरेच विद्वान् धजावत नसत. बायबलासारख्या ग्रंथाचें आज आपणांस केवळ पौराणिक काळांतील वस्तुस्थितीचें व विचारांचें ज्ञान करून देणारीं साधनें एवढयाच दृष्टीनें महत्त्व वाटतें, परंतु टायको ब्राहीच्या काळीं तशी स्थिति नव्हती. खुद्द टायकोनेंच कोपर्निकसाचें मत खोडण्याकरितां खि. पू. १७०० च्याहि पूर्वी होऊन गेलेल्या एका हिब्रू तत्त्वज्ञाच्या वचनाचा आधार घेतला होता.

टायकोचे धूमकेतुविषयक शोध.—नवीन उपपत्ति काढण्यांत टायकोचा दर्जा जरी कमी प्रतीचा ठरला, तरी त्यानें आपल्या वेधकौशल्यामुळें ज्योतिषशास्त्रांत बरीच प्रगति घडवून आणली यांत संदेह नाहीं. त्यानें लावलेल्या शोधांची, कोपर्निकसाच्या उपपत्तीची सत्यता पटविण्याच्या कामीं फार मदत झाली. टायकोनें धूमकेतूंसंबंधीं बराच खोल अभ्यास केला होता. धूमकेतूंसंबंधीं तत्कालीन ज्योतिष्यांत अतिशय अनिश्चितता होती; कोणाला ते दैवी दूत वाटत, तर कोणाला ते आपल्या पृथ्वीच्याच वातावरणांत ज्वलनामुळें होणारे चमत्कार वाटत. परंतु टायकोनें असें प्रसिद्ध केलें कीं, इ. स. १५७७ मध्यें त्यानें ज्या धूमकेतूचे वेध घेतले त्याला लंबन मुळींच नव्हतें, व म्हणून तो पृथ्वीपासून अतिशय दूर असला पाहिजे. वेधांवरून स्पष्ट होणारी या धूमकेतूची कक्षा आपल्या ग्रहमालेंतील ग्रहांच्या कक्षांनां छेदून जाते असेंहि त्यास आढळून आलें. या शोधामुळें टॉलेमीचे कक्षागोल हे पारदर्शक घन पदार्थ आहेत किंवा केवळ काल्पनिकच गोल आहेत अशी लोकांनां शंका वाटूं लागली. कारण ज्या अर्थी त्या धूमकेतूची कक्षा या कक्षागोलांस छेदून जात होती, त्या अर्थी तत्कालीन लोक समजत होते त्याप्रमाणें हे कक्षागोल घन पदार्थ नसले पाहिजेत हें उघड आहे. या शोधामुळें लोकांचा टॉलेमीच्या उपपत्तीविषयींचा आदर बराच कमी झाला. तथापि येथें ही एक गोष्ट विसरतां कामा नये कीं, टॉलेमीचे ताऱ्यांच्या व ग्रहांच्या कक्षांचे गोल हे स्पर्शज्ञेय घन पदार्थ आहेत, ही कल्पना मूळ टॉलेमीची नसून त्याच्या उपपत्तीचा मध्ययुगांतील लोकांनींच तसा अर्थ केलेला होता. ग्रहांच्या कक्षेचीं चक्रें व अपचक्रें हीं या अलेक्झांड्रियाच्या ज्योतिष्याची विवरणें लभ्याकरितां

कल्पिलेली सृष्टि नव्हती, असें सिद्ध करणारा कांहींच पुरावा दाखवितां येण्यासारखा नाहीं.

शर्मिष्ठा नक्षत्रांतील नवी तारा.—इ. स. १५७२ मध्यें शर्मिष्ठा नक्षत्रांत जी एक अत्यंत तेजस्वी अशी तारा प्रगट झाली होती, तिचा टायकोनें विशेष अभ्यास केला होता. या तारेस कांहीं लंबन असल्याचें दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं असें त्यानें दाखवून, त्यावरून ती ग्रहमालेच्या पलीकडे असली पाहिजे असा आपला सिद्धान्त काढला. एखादी नवीन तारा प्रगट होणें, हा कांहीं प्राचीनांनां माहीत नसलेला असा असामान्य चमत्कार नव्हता; करण अशाच एका तारेमुळें हिप्पार्कस यास स्थिर तारकांची यादी करून ठेवण्याची कल्पना सुचली, असें प्लिनीनें म्हटलें आहे. तथापि नवीन तारेचें दर्शन हा ज्योतिष्यांचें लक्ष वेधून घेण्याइतका असामान्य चमत्कार आहे यांत शंका नाहीं. अशीच एक तारा पुढें इ. स. १६०४ मध्यें भुजगधारी नक्षत्रांत प्रकट झाली, व ही तारा बहुधा ज्वलनोद्भुत चमत्कार असावा अशी तिची केप्लरकडून कारणमीमांसा लावण्यांत आली. तें स्पष्टीकरण एतद्विषयक अर्वाचीन उपपत्तीशीं पूर्णपणें जुळणारें आहे. परंतु तें देण्यांत केप्लर यानें टायकोचीच री ओढली होती असें कांहींजण प्रतिपादन करतात. असल्या प्रकारची अद्भुत उपपत्ति लावण्याचें श्रेय टायकोस देण्यांत येतें हें थोडें आश्चर्यकारकच आहे. कारण, असली उपपत्ति लावण्याइतकी कल्पनाशक्ति असलेला जर कोणी या दोहोंत असेल, तर तो केप्लरच होय.

टायकोची अक्षांश काढण्याची रीति.—टायकोनें एखाद्या जागेचे अक्षांश मोजण्याची एक नवीन रीति शोधून काढली. त्याच्या वेळेपर्यंत कोणत्याहि स्थळाचे अक्षांश, लागोपाठ दोन विषुव दिवशीं सूर्याचे कोन मोजून काढीत असत. अर्थात् या रीतीनें अक्षांश काढण्यास कमींत कमी सहा महिन्यांचा तरी अवधि लागे. परंतु टायकोनें ध्रुवापाशीं असलेल्या एका ताऱ्याचा तो मध्यान्ह रेषेवर आला तेव्हां त्याचा क्षितिजाशीं किती कोन झाला तो पाहिला; व नंतर तोच तारा बारा तासांनीं, विरुद्ध बाजूला मध्यान्ह रेषेवर आला तेव्हां किती कोन झाला तो पाहिला; व त्या दोघांची बेरीज करून त्या बेरजेच्या अर्ध्याइतका कोन वेधस्थळाचे अक्षांश दर्शवितो असें ठरविलें. त्याच प्रमाणें चन्द्राच्या तिसऱ्या गतिविषमतेबद्दलचा पूर्वी अरब ज्योतिष्यानें लावलेला शोध त्यानें स्वतः स्वतंत्रपणानें लावला.

केप्लर.—जोहान केप्लर (किंवा त्याच्या मूळच्या नांवानें त्यास संबोधावयाचें म्हणजे जोहान व्हान कॅप्पेल) हा अशा प्रकारचा मनुष्य होता, कीं जरी तो नेहमीं उपपत्ति बसविण्यांत गर्क झालेला असे, तरी आपल्या उपपत्ती प्रत्यक्षप्रयोगानें सिद्ध केल्याशिवाय त्याला चैन पडत नसे. अशा रीतीनें वेधकौशल्य व उपपत्तिविवेचनकौशल्य या दोहोंचा त्याच्या ठिकाणीं संगम झाल्यामुळें त्यानें अर्वाचीन ज्योतिषाचे मूलभूत असे तीन नियम शोधून काढले. व या नियमांनीं कोपर्निकसाच्या उपपत्तीस अधिक बळकटी आणली. त्यावरूनच पुढें न्यूटनला त्याचे सुप्रसिद्ध नियम सुचले.

केप्लरचा जन्म इ. स. १५७१ सालीं वुर्टेम्बर्गमधील वील नामक शहरीं झाला. केप्लर हा मूळचाच अतिशय अशक्त होता, व पुढें त्यास देवी निघून तो आणखी अशक्त झाला. केप्लरला लहानपणीं गृहसौख्याचा लाभ बेताचाच झाला. त्याची आई अशक्त व चिडखोर होती, व त्याचा बाप शिपाई असून तो पुढें तुर्कांविरुद्ध झालेल्या युद्धांत मरण पावला. असें म्हणतात कीं, प्रथमतः त्याला गणिताविषयीं अगर ज्योतिषाविषयीं मुळींच आवड नव्हती. परंतु धर्मोपदेशक होण्याचे त्याचे प्रयत्न निष्फळ होतांच तो ज्योतिषाचा मोठ्या उत्साहानें अभ्यास करूं लागला. मास्ट्लिन नांवाचा एक प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ हा त्याचा गुरु असून या दोघांहि गुरुशिष्यांनीं कोपर्निकसाच्या सिद्धांताचा पुरस्कार केला होता. तथापि धार्मिक बंधनांमुळें मास्ट्लिन यास टॉलेमीच्या उपपत्तीचा उपदेश व ग्रेगरीच्या पंचांगसुधारणेस विरोध करावा लागे.

ग्रेगरीची पंचांगसुधारणा.—ग्रेगोरियन हें नांव तेराव्या पोपग्रेगरीनें तें पंचांग इ. स. १५८२ सालीं अंमलांत आणलें म्हणून पडलें होतें. त्याच्या पूर्वीच्या ज्युलियस सीझरच्या नांवानें प्रसिद्ध असलेल्या ज्युलियन पंचांगानें जरी पूर्वीच्या पंचांगांत पुष्कळ सुधारणा केली होती व ख्रिस्ती राष्ट्रांत सर्वत्र त्याचाच प्रसार होता, तरी त्यांत थोडीशी चूक राहून गेल्यामुळें पंचांगांतला दिवस व प्रत्यक्ष दिवस यांच्यामध्यें मेळ बसत नसे. सीझरच्या कालापासून लोटलेल्या १५०० वर्षांत पंचांगसिद्ध दिवसांत व वास्तविक दिवसांत जवळ जवळ ११ दिवसांचें अंतर पडलें होतें. ही चूक दुरुस्त करण्यासाठीं ग्रेगरीनें चालू पंचांगांतून १० दिवस गाळले. व अशा प्रकारची चूक पुढें पडूं नये म्हणून दर चौथ्या वर्षी फेब्रुवारी महिन्यांत अधिक धरला जाणारा दिवस प्रत्येक चौथ्या शतकाच्या अखेरच्या वर्षांत धरूं नये असें ठरविलें.

उपर्युक्त पंचांगसुधारणा आवश्यक होती हें उघड आहे; तथापि तत्कालीन पंचांगांतून १० दिवस गाळण्याची वस्तुतः कांहीं जरूरी नव्हती. विषुव दिन हा इ. स. १५८२ या वर्षी मार्च आणि सप्टेंबरच्या दहाव्या तारखेस आला होता. त्यास तेथेंच राहूं दिलें असतें तर नंतरच्या इतिहासकारांस तें अधिक सोयीचेंच झालें असतें. परंतु या पंचांगाच्या विरुद्ध जाण्याचें कारण हें नसून निराळेंच कांहीं होतें. या वेळीं जर्मनीमध्यें लूथर यानें पोपच्या विरुद्ध बंड उभारलें असल्यामुळें तदनुयायी जर्मन लोकांत या पोपच्या पंचांगाला इ. स. १६९९ पर्यंत मान्यता मिळाली नाहीं. याच कारणामुळें इ. स. १७५१

पर्यंत इंग्लंडमध्यें देखील या पंचांगाला थारा मिळाला नव्हता; व रशियानें तर अजून त्याचा स्वीकार केलेला नाहीं.

सूर्यकेन्द्रसिध्दान्तास लूथरच्या अनुयायांचा विरोध.—परंतु ज्या अर्थी साध्या पंचांगाच्या बाबतींत देखील या धर्मक्रांतिवाल्या लोकांनीं पोपला अडथळा केला, त्या अर्थी पोपला मान्य नसलेल्या कोपर्निकसच्या सिद्धान्ताला त्यांनीं उचलून धरलें असेल असें वाटण्याचा संभव आहे. परंतु वस्तुस्थिति तशी नव्हती. स्वतः लूथरच कोपर्निकसच्या उपपत्तीविरुद्ध बिनतोड मुद्दा म्हणून, 'जोशुआनें स्थिर राहण्याविषयीं आज्ञा केली ती पृथ्वीस केली, सूर्यास नाहीं' असें अगदीं कंठशोष करून प्रतिपादन करीत असे. कोपर्निकसच्या सिद्धान्ताला पोपच्या अनुयायांप्रमाणेंच लूथरच्या अनुयायांनींहि विरोध केला. केप्लरला देखील पुष्कळदां पोपच्या अनुयायांकडून त्रास झाला. परंतु गॅलिलीओप्रमाणें त्याला प्रत्यक्ष छळ सोसावा लागला नाहीं. प्रथमतः केप्लरपुढें देखील कोपर्निकसचे सिध्दान्त आधारभूत धरून लिहिलेला ग्रंथ छापावा किंवा नाहीं हा प्रश्न होता; परंतु इ. स. १५९६ या वर्षी तो ग्रंथ शेवटीं प्रसिध्द झाला. मिस्टिरिअम कॉस्मोग्रॅफिअम हें या ग्रंथाचें नांव होतें. व त्यांत निरनिराळ्या ग्रहांच्या स्थितीबद्दल उहापोह केला होता. कोपर्निकसानें ग्रहांचीं अंतरें काढण्याच्या उद्देशानें त्यांचे वेध घेतलेले होते; व त्यांत त्याला थोडेंबहुत यशहि आलें होतें, परंतु सूर्याचें अंतर किती आहे हें त्यास बरोबर माहीत नसल्याकारणानें कोणत्याहि ग्रहाचें अंतर त्याला नक्की ठरवितां आलें नाहीं. तथापि जेवढे ग्रह त्याला माहीत होते त्यांचीं सापेक्ष अंतरें त्यानें काढलेलीं होतीं.

ग्रहकक्षांच्या आकृतींसंबंधीं केप्लरची एक चमत्कारिक उपपत्ति.—या प्रमाणांच्या आधारावर केप्लरनें पुढें एक चमत्कारिक उपपत्ति बसविली. या उपपत्तीप्रमाणें आकाशांतलि पांच ग्रहांच्या कक्षांचा भूमितींतील समघनांच्या आकृतींशीं कांहीं विशिष्ट संबंध आहे. उदाहरणार्थ, तो म्हणतो कीं "पृथ्वीच्या कक्षेभोंवतीं एक द्वादशफलक काढा; म्हणजे त्याच्या कोंपऱ्यांतून जाणारा गोल मंगळाची कक्षा होईल. मंगळाच्या गोलाभोंवतीं चतुष्फलक काढा; म्हणजे त्याच्या कोंपऱ्यांतून जाणारा गोल गुरूची कक्षा होईल. गुरूच्या कक्षेभोंवतीं षट्फलक काढा; म्हणजे त्याच्या कोंपऱ्यांतून जाणारा गोल शनीची कक्षा होईल. आतां पृथ्वीच्या कक्षेच्या आंत विंशतिफलक काढा; म्हणजे त्याच्या आंत बसणारा गोल शुक्राची कक्षा होईल. शुक्राच्या कक्षेच्या आंत अष्टफलक काढा; म्हणजे त्याच्या आंत बसणारा गोल बुधाची कक्षा होईल."

केप्लरची टायकोब्राहीशीं ओळख होते.—ही उपपत्ति जरी काव्यमय आहे व आधुनिक उपपत्तिविवेचकांच्या दृष्टीनें जरी तिला कांहीं महत्त्व नाहीं, तरी तिजमुळें केप्लरच्या कल्पनाशक्तीची कीर्ति टायकोब्राहीपर्यंत पोंचून त्यानें त्याला आपल्या हाताखालीं काम करण्याकरितां प्रेग येथें बोलाविलें. टायकोच्या संगतीचा केप्लरला फार फायदा झाला; कारण त्यायोगें केप्लरसारख्या केवळ कल्पनासृष्टींत वावरणाऱ्या पंडितास टायकोच्या सूक्ष्मनिरीक्षणाची संवय लागून त्याच्या हातून पुढें महत्त्वाचे शोध लागले.

केप्लरचे तीन नियम.—इ. स. १६०१ त टायको मरण पावला, तेव्हां त्याच्या जागीं केप्लरची नेमणूक झाली. येथें केप्लरनें टायकोच्या अप्रसिद्ध अशा शोधांची जी माहिती जमविली तिचा पुढें त्याला आपल्या ज्योतिर्विषयक अभ्यासाच्या कामीं फार उपयोग झाला. केप्लरची ग्रंथरचना पुष्कळ आहे. तो वाचकास आपल्या विश्वासांत घेऊन आपण आरंभीं कसकसे चुकीचे सिद्धांत काढले व त्यांतील चुका हळूहळू आपल्या ध्यानांत यऊन आपण त्यांत कसकशी सुधारणा केली हें सर्व समजाऊन सांगतो. यामुळें त्याच्या ग्रंथांत सर्वसंमत सिद्धांतावरोबर अनेक चुकीच्याहि सिद्धांतांचें सविस्तर विवेचन येतें. येथें आपणांस त्याच्या अपरिणतावस्थेंतील चुकीच्या सिद्धांतांशीं कर्तव्य नसून अखेरीस त्यानें निर्णायक असे जे तीन महत्त्वाचे सिद्धांत काढले त्यांचाच फक्त विचार करावयाचा आहे. हे सिद्धांत पुढें दिलेल्याप्रमाणें होत.

१ ग्रहांच्या कक्षा वर्तुळाकार नसून त्या दीर्घवर्तुळाकृति आहेत, व सूर्य हा त्यांच्या एका केन्द्रांत असतो.

२ ग्रहाची गति त्याच्या कक्षेच्या निरनिराळ्या भागांत निरनिराळी असते. सूर्य व ग्रह यांनां जोडणारी एक काल्पनिक रेषा काढली तर ती समान कालांत समान क्षेत्रफळ आक्रमण करते.

हे दोन नियम इ. स. १६०९ मध्येंच प्रसिद्ध झाले. परंतु याच्या तिसऱ्या नियमांत दिलेला ग्रहांचें अंतर व त्यांचा प्रदक्षिणाकाल यांच्या मधील संबंध शोधून काढण्याकरितां मात्र त्याला कित्येक वर्षे खपावें लागलें. सरतेशेवटीं इ. स. १६१८ त त्यानें पुढें दिलेला तिसरा नियम शोधून काढिला.

३ ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या अंतराचा वर्ग व त्याच्या प्रदक्षिणाकालाचा घन हे नेहमीं प्रमाणांत असतात.

या सर्व नियमांत सूर्य हा ग्रहांच्या कक्षांच्या मध्यस्थानीं आहे ही गोष्ट गृहीत धरलेली दिसून येते. त्याचप्रमाणें, कोपर्निकसच्या सिद्धांतांप्रमाणें केप्लरनेंहि आपली पृथ्वी ही ग्रहांपैकींच एक असून इतर ग्रहांनां लागू असलेले सर्व नियम तिलाहि लागू आहेत असें मानलें आहे. केप्लरचे हे सिद्धांत आज आपणांस इतके परिचयाचे झाले आहेत कीं त्यांचें वास्तविक महत्त्व आपल्या ध्यानांत येणें कठिण आहे. तथापि न्यूटननें पुढें जो विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षणाचा नियम शोधून काढला तो याच अगदीं साध्या वाटणाऱ्या नियमांच्या आधारावर उभारलेला होता हें विसरतां कामा नये. केप्लरच्या समकालीन लोकांस त्याच्या नियमावरून इतका

महत्त्वाचा सिद्धांत पुढें निघूं शकेल अशी अर्थातच कांहीं कल्पना नव्हती. हे नियम प्रसिद्ध होतांच तत्कालीन समाजाच्या डोक्यांत जर कोणती कल्पना आली असेल तर ही कीं, केप्लरचे नियम हे, 'वर्तुल ही सर्वांगपूर्ण आकृति आहे व म्हणून ग्रहांच्या कक्षाहि वर्तुळाकार असल्या पाहिजेत' या आरिस्टॉटलच्या सिद्धांताच्या मुळाशीं घाव घालणारे असे आहेत. स्वतः कोपर्निकसला देखील आरिस्टॉटलच्या सिद्धांताच्या सत्यतेबद्दल तिळमात्रहि शंका नव्हती. केप्लर हा प्रचलीत समजुतीचीं बंधनें तोडून आपले नियम प्रतिपादन करूं शकला यावरून त्याच्या स्वतंत्रबुद्धीची साक्ष पटते.

गॅलिलीओ गॅलिली.—केप्लर हा आपलें ग्रहगतीचें कोडें उकलीत असतांना इटालींत ज्याच्यामुळें कोपर्निकसाच्या सिद्धांताला दुजोरा मिळून नवीन कल्पनांचा जास्तींत जास्त प्रसार झाला असा गॅलिलीओ गॅलिली नांवाचा सुप्रसिद्ध वेधकुशल ज्योतिषी उदयास आला. गॅलिलीओचा जन्म पिसा येथें इ. स. १५६४ च्या फेब्रुवारी महिन्यांत १८ व्या तारखेस (जुन्या पंचांगाप्रमाणें) झाला. गॅलिलीओचा जन्म एका उच्च परंतु खालावलेल्या कुळांत झाला होता. प्रथमतः त्यानें वैद्यकीचा अभ्यास करण्यास सुरुवात केली, परंतु त्याचा कल भौतिक शास्त्रांकडे असल्यामुळें भौतिक शास्त्रांच्या अभ्यासास सुरुवात करीपर्यंत त्याचा म्हणण्यासारखा नांवलौकिक झाला नाहीं. पिसा येथें त्याला विरोध झाल्यामुळें त्यानें लवकरच पादोवा विश्वविद्यालयांत सृष्टिविज्ञानाच्या अध्यापकाची जागा पत्करली. त्याचें पुढील सर्व आयुष्य फ्लॉरेन्स येथें गेलें.

दुर्बिणीचा शोध.—गॅलिलीओ हा आपल्या पूर्ववयांतच केप्लरच्या नियमांचा पुरस्कर्ता झाला होता हें त्यानें केप्लरला लिहिलेल्या एका पत्रावरून दिसून येतें. तथापि इ. स. १६१० पर्यंत तो त्याच्या नियमांचा प्रसार करण्यापलीकडे ह्या बाबतींत अधिक कांहीं करूं शकला नाहीं. गॅलिलीओनें ज्योतिषज्ञानांत जी महत्त्वाची भर घातली ती सर्व त्याच्या एकाच शोधाच्या—दुर्बिणीच्या शोधाच्या—बळावर होय. इतके दिवसपर्यंत ज्योतिषी लोक नुसत्या डोळ्यांनींच वेध घेत असत. बहिर्गोल किंवा अंतर्गोल भिंगांचा उपयोग तेराव्या शतकापासून ज्ञात झाला होता हें खरें; परंतु दूरचे पदार्थ पाहण्याकरितां त्यांचा उपयोग करण्याची कल्पना आतांपर्यंत कोणास सुचली नव्हती. दुर्बिणीचा शोध प्रथम कोणीं लावला, ह्या प्रश्नाचा निकाल अद्याप समाधानकारक लागला नाहीं. तथापि ह्या शोधासंबंधीं मुख्य श्रेय नेदर्लंडांतील एका नेत्रवैद्यासच आहे ही गोष्ट आतां सर्वजण कबूल करतात.

इ. स. १५९० त झॅकारायस जेन्सेन् नामक एका नेत्रवैद्यानें १८ इंच लांबीच्या नळीच्या दोन टोंकांस अंतर्गोल व बहिर्गोल अशीं दोन भिंगें लावून तिचा लहान पदार्थांचें महत्करण करण्याच्या किंवा—निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे सूक्ष्म दर्शक यंत्र बनविण्याच्या कामीं उपयोग केला. पुढें कांहीं वर्षांनीं जोहान्नीस लिप्पेश [याच्या संबंधीं आपणांस तो इ. स. १६१९ त मेला याहून अधिक कांहीं माहीत नाहीं] यानें अशाच प्रकारचे निरनिराळ्या भिंगांच्या एकत्रीकरणाचे प्रयोग करून पाहिले तेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं, दूरच्या देवळाचें शिखर ह्या भिंगांतून पाहिलें असतां बरेंच जवळ आलेलें दिसतें. त्यानें ज्या प्रकारच्या भिंगांचें एकत्रीकरण केलें होतें तींच भिंगें आज नाटकी दुर्बिणींत घातलेलीं असतात व जर्मन लोक अद्यापहि तिला डच दुर्बीण असेंच म्हणतात.

गॅलिलीओची दुर्बीण व आकाशगंगा.—ह्या यंत्राची कीर्ति लवकरच सर्वत्र पसरली व निरनिराळ्या प्रयोगकारांनीं ही गोष्ट हातीं घेऊन तत्संबंधीं प्रयोग करण्यास सुरुवात केली. "ज्याच्या योगानें दूरचे पदार्थ देखील जवळच्या पदार्थांइतकेच स्पष्ट दिसतात" अशा या यंत्राची माहिती गॅलिलीओस इटालींत असतांना झाली. लागलीच त्यानें तशाच प्रकारची एक दुर्बीण स्वतःसाठीं करण्यास सुरुवात केली, व या कामीं त्याला इतकें यश आलें कीं, प्रथमतः त्यास "दूरचा पदार्थ तिप्पट जवळ आलेला व नऊपट मोठा झालेला" आढळून आला. आणखी कांहीं प्रयोग केल्यावर त्याची दुर्बीण इतकी चांगली झाली कीं, तींतून पदार्थ जवळ जवळ हजारपट मोठा झालेला व तीसपट जवळ आलेला दिसूं लागला. तेव्हां गॅलिलीओस साहजिकच आपली दुर्बीण आकाशाकडे फिरविण्याची इच्छा होऊन तिचें तावडतोब कित्येक महत्त्वाचे व आश्चर्यकारक असे नवीन शोध लागण्यांत पर्यवसान झालें. प्रथमच त्याच्या दुर्बिणींतून नुसत्या डोळ्यांनां न दिसणारे असे शेंकडों तारे दृष्टिपथांत आले व त्यावरून त्याला असा सिद्धान्त काढतां आला कीं, आकाशगंगा हा केवळ कोट्यवधि लहान लहान ताऱ्यांच्या एकत्रीभवनामुळेंच दिसणारा चमत्कार आहे.

चंद्राच्या पृष्ठभागाच्या उंचसखलपणाचें व शुक्राच्या कलांचें अवगमन.—चंद्राच्या पृष्ठभागाचें दुर्बिणींतून निरीक्षण केल्यावर गॅलिलीओस असें आढळून आलें कीं, चंद्राचा आकार पृथ्वीप्रमाणेंच असून त्याचा पृष्ठभागहि पृथ्वीप्रमाणेंच खरबरीत आहे. चंद्रावरील पर्वतांची उंची त्यांच्या छायांचे वेध घेऊन स्थूल मानानें काढतां येण्यासारखी आहे, ही गोष्टहि त्याच्या ध्यानांत आली होती. या शोधांनीं तत्कालीन समाजांत फार खळबळ उडवून दिली. कारण त्या काळीं सर्वसंमत असलेल्या आरिस्टॉटलच्या मताप्रमाणें इतर ग्रहांप्रमाणें चंद्रहि वाटोळा गरगरीत असा एक गोल असून त्याचा पृष्ठभाग अगदीं गुळगुळीत आहे असें समजलें जात होतें. गॅलिलीओच्या ह्या शोधांत कोपर्निकसाच्या सूर्यकेन्द्रसिद्धांतास पुष्टि मिळेल असें कांहींच नव्हतें. परंतु गॅलिलीओनें जेव्हां आपली दुर्बीण इतर ग्रहांकडे रोखली तेव्हां मात्र निरा-

लाच प्रकार आढळून आला. उदाहरणार्थ, शुक्राचें दुर्बिणींतून निरीक्षण केल्यावर त्याला असें दिसून आलें कीं, चंद्राच्या कलांची ज्याप्रमाणें व ज्या कारणामुळें क्षयवृद्धि होते, अगदीं त्याचप्रमाणें व त्याच कारणामुळें शुक्राच्या कलांचीहि क्षयवृध्दि होत असते. ग्रह हे स्वयंप्रकाश नसून त्यांचा प्रकाश त्यांनां सूर्यापासून प्राप्त झालेला असतो ही गोष्ट या शोधामुळें निर्विवाद सिध्द झाली; व अन्तर्ग्रह हे पृथ्वीच्या जवळ आले असतां ते पृथ्वीपासून दूर असतात तेव्हांपेक्षां अनेक पटींनीं अधिक तेजस्वी दिसावयास हवेत त्याप्रमाणें दिसत नाहींत असा जो कोपर्निकसाच्या सिध्दान्तावर आक्षेप घेण्यांत येत होता, त्यासहि या शोधामुळें बिनतोड उत्तर मिळालें. कारण, एखादा ग्रह सूर्य व पृथ्वी यांच्या मध्यें आला असतां त्याच्या सूर्यप्रकाशित भागापैकीं फारच थोडा भाग आपल्या पृथ्वीवरून दृग्गोचर होऊं शकतो.

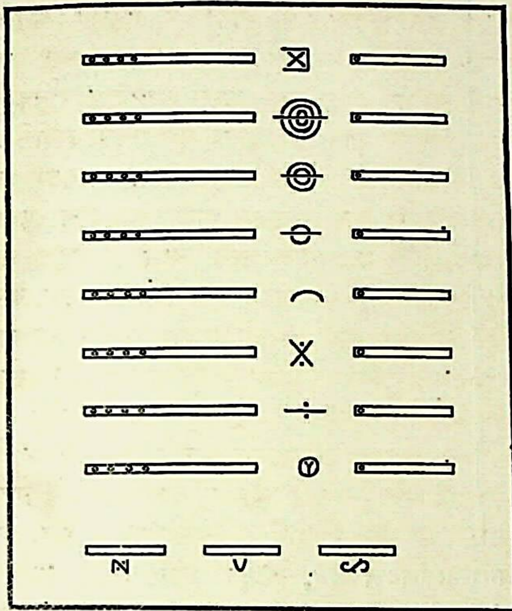
गुरूचे उपग्रह.—गुरु ह्या ग्रहाचें निरीक्षण केल्यावर तर याहूनहि जास्त चमत्कारिक गोष्टी प्रत्ययास आल्या. कारण त्या ग्रहाच्या विषुववृत्ताच्या रेषेंत चार लहान लहान तारे असल्याचें आढळून आलें; व लागोपाठ कित्येक रात्रीं वेध घेतल्यावर ज्याप्रमाणें पृथ्वीभोंवतीं चंद्र प्रदक्षिणा करितो त्याचप्रमाणें हेहि त्या ग्रहाभोंवती फिरत आहेत अशी खात्री झाली. गुरु व त्याचे उपग्रह मिळून एक लहानशी सूर्यमालाच दिसत असल्यामुळें कोपर्निकसाच्या उपपत्तीचा प्रत्येकास पहातां येण्यासारखा असा हा वस्तुपाठच झाला. ह्या उपग्रहास गॅलिलीओनें त्यावेळीं फ्लॉरेन्स येथें राज्य करणाऱ्या राजघराण्याविषयींची आपली आदरबुद्धि प्रकट करण्याकरितां डिसियन तारका असें नांव दिलें.

सूर्यावरील डाग व सूर्याचा अक्षप्रदक्षिणाकाळ.—यानंतर गॅलिलीओनें आपल्या दुर्बिणींतून सूर्याचें निरीक्षण केलें. तेव्हां त्याला ह्या तेजोगोलाच्या पृष्ठभागावर ज्याचा आकार हळू हळू बदलत आहे असा एक डाग असल्याचें दिसून आलें. त्यावरून सूर्याच्या घटकद्रव्यांत कांहींतरी घडामोडी होत आहेत असें स्पष्ट होऊन, अरिस्टॉटल इत्यादि आधिभौतिक उपपत्तिविवेचकांच्या सिद्धान्ताप्रमाणें तो पूर्णावस्थेंत नाहीं असें सिद्ध झालें. हा शोध पुराणमतवादी लोकांच्या समाजांत बरीच खळबळ उडवून देणारा असला तरी त्यामुळें एक अतिशय महत्त्वाची गोष्ट निदर्शनास आली. कोणताहि डाग घेतला तरी तो सूर्यबिंबाच्या एका कडेपासून दुसऱ्या कडेपावेतों जातो व तेथें अदृश्य होऊन ठराविक काळानें पुन्हां पहिल्या कडेवर प्रकट होतो असें दिसून आल्यामुळें, त्यावरून सूर्य हा आपल्या अक्षाभोंवतीं फिरत असतो व ही प्रदक्षिणा सुमारें चोवीस दिवसांत पुरी होते ही गोष्ट सिद्ध झाली.

सूर्यावरील डागांचा संशोधक कोण.—गॅलिलीओ हा सूर्यावरील डागांचें निरीक्षण करणारा पहिलाच ज्योतिषी नव्हता, गॅलिलीओपूर्वी होऊन गेलेल्या ज्योतिष्यानीहि सूर्यावर एक डाग पाहिला होता; परंतु तें एकाद्या अंतर्ग्रहाचें सूर्यबिंबावरून होत असणारें संक्रमण असावें अशी त्यांची चुकीची समजूत झाली. स्वतः केप्लरनें देखील हीच चूक केली होती. दुर्बिणीचा शोध लागण्याच्या पूर्वी एकदां सूर्याचें प्रतिबिंब ' काळोखपेटी ' च्या पडद्यावर पहात असतां त्याला सूर्यबिंबावर एक डाग आढळून आला. हा डाग बुधाच्या संक्रमणामुळें दिसत असावा अशी त्याची समजूत झाली. परंतु ग्रहाचें बिंब ' काळोखपेटी ' सारख्या उपायानें दिसण्या इतकें मोठें नसल्यामुळें, तो सूर्यावरीलच डाग असला पाहिजे हें उघड आहे. असल्या प्रकारचीं निरीक्षणें कितीहि कुतूहलजनक असलीं तरी त्यांनां सूर्यावरील डागांच्या शोधाचें श्रेय देतां येत नाहीं. हेन्रि स्मिथ विल्यम्स यास, गॅलिलीओ वेध घेत असतांनाच दुसऱ्याहि कित्येक संशोधकांनीं (मुख्यतः जोहान फाब्रिशिअस यानें) सूर्यावरील डागांचें निरीक्षण करून त्यांचा सूर्याच्या पृष्ठभागाशीं संबंध आहे हें ओळखलें असावें एवढीच गोष्ट जास्तींत जास्त शक्य वाटते. परंतु दुर्बिणीच्या शोधापूर्वी सूर्यावरील डागांचें अवगमन होणें अगदीं अशक्यच आहे असें वाटत नाहीं. कधीं कधीं डाग इतके मोठे असतात कीं, सूर्याचें तेज त्या वेळीं मंद असल्यास ते नुसत्या डोळ्यांनींहि दिसूं शकतात. अशाच प्रकारचा एक डाग एका ज्योतिष्यानें नुसत्या डोळ्यांनीं पहिला असल्याचें बॉल याच्या स्टोरि ऑफ दि सन, नामक ग्रंथांत सांगितलें आहे. गॅलिलीओच्या हजार वर्षें अगोदर होऊन गेलेल्या वराहमिहिरनामक सुप्रसिद्ध भारतीय ज्योतिष्यानेंहि असाच एक डाग पाहिला होता असें त्याच्या बृहत्संहितेंतील तत्संबंधीं वर्णनावरून दिसून येतें. असो; उपर्युक्त संशोधनाच्या मानावर हक्क सांगणाऱ्यांत शीनर नांवाच्या एका यहुद्याचा प्रामुख्यानें उल्लेख केला पाहिजे. असें म्हणतात कीं, गॅलिलीओचा पुढें जो छळ झाला त्याला या इसमाचा मत्सरच कारणीभूत झाला.

गॅलिलीओचा छळ.—गॅलिलीओवरील खटल्याइतका दुसरा महत्त्वाचा खटला शास्त्राच्या इतिहासांत झाला नाहीं. याच्यावर निरनिराळ्या प्रकारच्या टीका झाल्या आहेत. पूर्वीपासूनच त्यावेळच्या लोकांचा हिब्रू तत्त्वज्ञांनीं दिलेल्या विश्वरचनेच्या उपपत्तीवर इतका विश्वास होता कीं, तिजविरुद्ध कोणी कांहीं प्रतिपादन केल्यास त्याचा छळ होत असे. अशा प्रकारचीं धर्मपुस्तकाविरुद्ध असलेलीं मतें प्रतिपादिल्याबद्दल इ. स. १६०० मध्यें ब्रूनो नांवाच्या शास्त्रज्ञाला जाळण्यांत आलें होतें. कोपर्निकसाच्या सिद्धांताचें मंडन करणारें पुस्तक केप्लर यानें इ. स. १६२२ सालीं प्रसिद्ध केलें होतें, पण तो प्रॉटेस्टंट देशांत असल्याकारणानें त्याला त्रास सोसावा लागला नाहीं. परंतु पुढें इ. स. १६३२त गॅलिलीओनें जेव्हां कोपर्निकसाच्या मताचें समर्थन करणारें आपलें संवादात्मक पुस्तक प्रसिद्ध केलें, तेव्हां धर्मगुरूंनां त्यायोगें आपला अपमान झाला असें वाटलें. आपण केवळ दोनहि बाजू संवाद

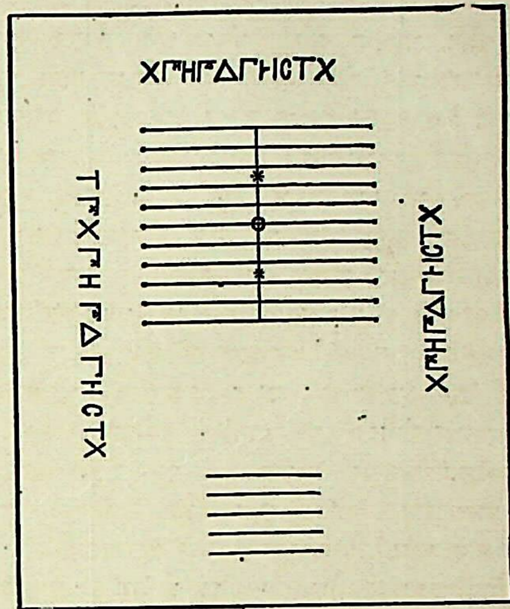
IV



रोमन अबक्स.

(पृ. ८७ पहा.)

VI



ग्रीक अबकस उर्फ स्थानरेषापट.

(पृ. ८७ पहा.)

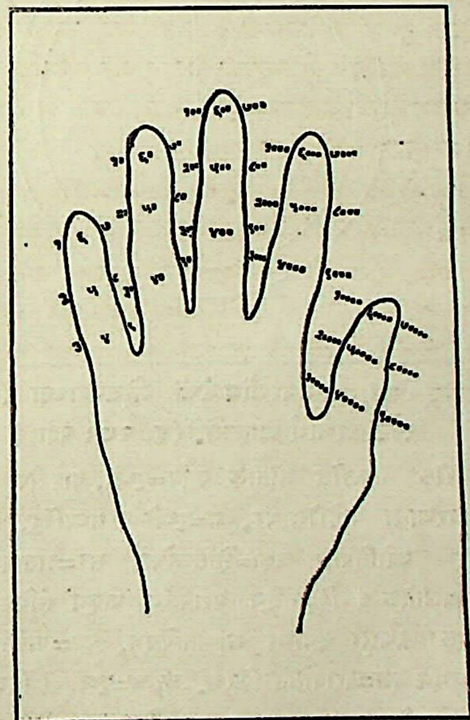
V

	१	२	३	४	५	६	७	८	९	०
नानाघाट (हिंदुस्थान).	-	=	≡	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	
लेण्यांतील शिलालेख (हिंदुस्थान).	—	=	≡	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
देवनागरी.	१	२	३	४	५		[illegible]	[illegible]	[illegible]	०
पूर्वेकडील अरबी. ...	।	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	९	०
घोबार.	।	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	९	०
बोएथस.	I	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

तुलनात्मक अंकपट.

(पृ. ९१ पहा.)

VII



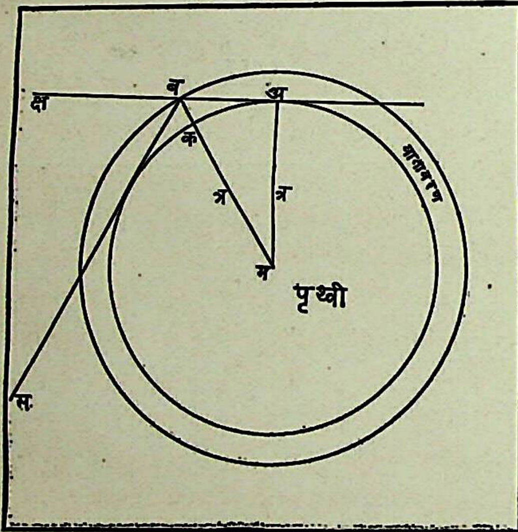
चिनी गणनपद्धति.

(पृ. ८१ पहा.)

इयं धंमलिपी देवानं प्रियेन
प्रियदसिना राजा लेखा-
पिता इध न किंचि जीवं
आरभित्पा प्रजूहितव्यं न
च समाजो कतव्यो बहुकं
हि दोसं समाजम्हि पसति

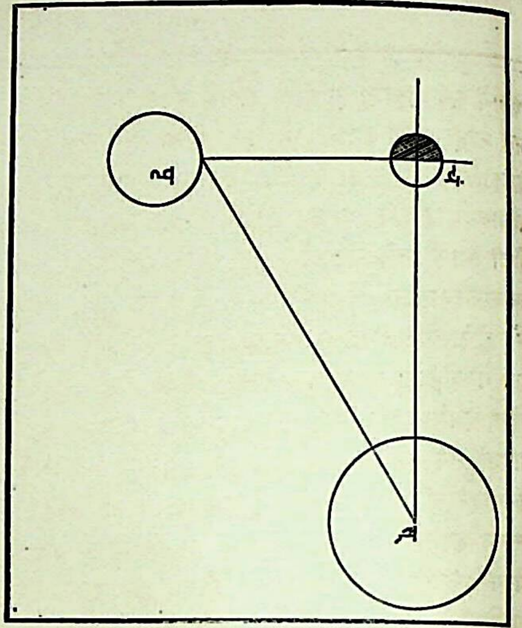
अशोककालीन ब्राह्मी लिपी.

अशोकाच्या शिलालेखांतील उतारा.



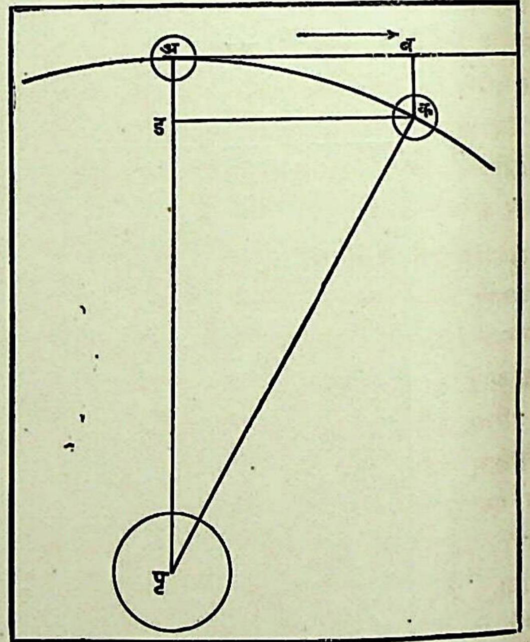
अल्हाझेनच्या वातावरणीय उंची मोजण्याच्या रीतीच्या स्पष्टीकरणार्थ आकृति. (पृ. २७९ पहा.)

वरील आकृतींत आंतील वर्तुळ=पृथ्वी, बाहेरील वर्तुळ=वातावरणाचा बाहेरील थर, म=पृथ्वीचा मध्यबिंदु, अ=वेध घेणारा ज्योतिषी, अक्ष=क्षितिजरेषा, सब=वातावरणाच्या बाह्य थरांतील ब बिंदूपासून परावर्तन पावून संधिप्रकाशास सुरवात करणारा सूर्याचा आपातकिरण, बम=आपातबिंदूवर लंब आणि बअ=परावर्तित किरण. त्र, त्र=पृथ्वीची त्रिज्या. < क्षबस=१९° व म्हणून < सबअ=१६१° पण < सबम=< अबम; म्हणून, < अबम=१६१° चा अर्धा=८०°, ३०′. येणें प्रमाणें बअम या काटकोन त्रिकोणांतील अम ही बाजू व अबम हा कोन कळल्यामुळें त्याची बम ही बाजू काढतां येते. वातावरणाची उंची बक=बम–कम.



आरिस्टार्कसच्या सूर्य, चंद्र व पृथ्वी यांचीं सापेक्ष अंतरें मोजण्याच्या रीतीच्या स्पष्टीकरणार्थ आकृति. (पृ. ३२९ पहा.)

वरील आकृतींत पृ=पृथ्वी; सू=सूर्य आणि चं=चंद्र.



न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाच्या स्पष्टीकरणार्थ आकृति. (पृ. ३४७ पहा.) वरील आकृतींत पृ=पृथ्वी, अ=चंद्र आणि अक=एक मिनिटांत चंद्रानें आक्रमिलेला मार्ग. चंद्रावर पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षण नसतें तर तो आपल्या स्थितिसातत्यामुळें अब या स्पर्शरेषात्मक मार्गानें गेला असता. उलटपक्षीं चंद्राची मूलगति क्षणभर थांबविली तर तो अड या दिशेनें पृथ्वीकडे येईल. अर्थात् या दोन्ही गतींपासून निष्पन्न होणारी चंद्राची वास्तविक गति अक या दिशेनें होईल. म्हणून बक=अड=एका मिनिटांत चंद्र पृथ्वीकडे किती पडतो तें अंतर.

रूपानें पुढें मांडीत आहोंत–आपलें स्वतःचें याबद्दल कांहींहि मत नाहीं–असें बाह्यतः दाखविण्याचा गॅलिलीओनें प्रयत्न केला होता. परंतु कोपर्निकसाच्या मतास विरोध करणाऱ्या पात्राच्या मानानें त्याच्या मताचें समर्थन करणाऱ्या पात्राच्या तोंडीं त्यानें इतके जोरदार मुद्दे घातले होते कीं, त्यावरून ग्रंथकर्त्याचा कल कोणीकडे आहे हें सहज कळून येण्यासारखें होतें. गॅलिलीओला कोर्टापुढें येऊन आपल्या वर्तणुकीचा जाब देण्याबद्दल पाचारण करण्यांत आलें. तेथें त्यानें आपला उद्देश धर्मग्रंथाच्या विरुद्ध लिहिण्याचा नव्हता असें सांगून आपलीं सर्व मतें परत घेतलीं. पुनः असलीं नास्तिक मतें प्रतिपादन न करण्याची समज देण्यांत येऊन गॅलिलीओची मुक्तता करण्यांत आली. आपल्या आयुष्याचीं यापुढील दहा वर्षे गॅलिलीओनें पदार्थविज्ञानशास्त्राचा अभ्यास करण्यांत घालविलीं, व ह्या शास्त्रांत देखील त्यानें कित्येक महत्त्वाचे शोध लावले. गॅलिलीओच्या एतद्विषयक शोधांची हकीकत पुढें त्या शास्त्राच्या इतिहासांत येईलच.

न्यूटन.—गॅलिलीओनंतर झालेला मोठा ज्योतिषी म्हणजे सर आयझॅक न्यूटन हा होय. याचा जन्म इ. स. १६४२ त इंग्लंडमध्यें झाला. याचे ज्योतिषशास्त्राप्रमाणेंच पदार्थविज्ञानांतहि अनेक महत्त्वाचे शोध असल्यामुळें त्याचें सविस्तर चरित्र त्या शास्त्राच्या इतिहासांत देण्याचें योजिलें आहे. या ठिकाणीं त्याच्या ज्या गुरुत्वाकर्षणाच्या शोधामुळें ज्योतिषशास्त्रांत कल्पनातीत प्रगति घडून आली त्याचाच फक्त विचार कर्तव्य आहे.

गुरुत्वाकर्षणाचा नियम व त्याचे न्यूटन पूर्वीचे पुरस्कर्ते.—या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाचा परिणाम आजपर्यंतच्या कोणत्याहि शोधापेक्षां अधिक व्यापक व सर्वगामी असा आहे. हा नियम जगांतील अत्यंत सूक्ष्म अणूपासून तों अखिल जगास प्रकाश देणाऱ्या सूर्यापर्यंत सर्वांना सारखाच लागू पडतो. तरी पण आश्चर्याची गोष्ट ही कीं हा साधा एवढा महत्त्वाचा नियम कल्पनातीत सोप्या शब्दांत मांडता येण्यासारखा आहे व सोपा आहे. ' या विश्वांतील द्रव्याचा प्रत्येक कण दुसऱ्या कणास आकर्षण करीत असतो, व ही दोन कणांमधील आकर्षण शक्ति त्यांच्या द्रव्याशीं समप्रमाणांत व त्यांच्यामधील अंतराशीं व्यस्त प्रमाणांत असते.' प्रथमतः आपणांस हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, ही गुरुत्वाकर्षणाची कल्पना न्यूटनलाच प्रथमतः सुचली असें नाहीं. फार प्राचीन काळीं ग्रीसमध्यें अनॅक्सॅगोरसच्या मनांत, जी शक्ति आकाशांतील गोलांनां आपआपल्या कक्षेंत ठेविते, ती शक्ति व पृथ्वीवरील पदार्थांनां आकर्षण करीत असलेली शक्ति या अभिन्न नसाव्यात असा विचार आला होता. परंतु अनॅक्सॅगोरसचें हें केवळ अनुमानच होतें. त्याच्या नंतर १७ व्या शतकापर्यंत ही कल्पना कोणाच्याहि डोक्यांत आली नाहीं. केप्लरनें शोधून काढलेल्या ग्रहगतीच्या तिसऱ्या नियमावरून ग्रहाला आपल्या कक्षेमध्यें ठेवणारी मध्याभिगामी शक्ति सूर्यापासूनच्या अंतराच्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणांत असते. ही गोष्ट कित्येकांच्या ध्यानांत आली. ही कल्पना रॉबर्ट हूक, रेन, व कदाचित् हॅले यांनांहि सुचली होती. पण ती अजूनपर्यंत कोणीं सिद्ध करून दाखविली नव्हती. ज्या वेळेस न्यूटननें आपला प्रयोग प्रसिद्ध केला त्या वेळेला हूकनें असें प्रतिपादन केलें कीं मीं हें सिद्ध करण्याची रीत शोधून काढली होती. अशा रीतीनें प्रथम हा शोध कोणी लावला यावर भयंकर रणकंदन माजलें व त्यांत हूकनें आपल्या नेहमींच्या कुत्सित तऱ्हेनें वादविवाद चालू ठेविला. हूकनें आपली रीत प्रसिद्ध कधींच केली नाहीं; व त्याच्या ध्यानांत एखादी ही रीत आली होती किंवा नव्हती याचीहि वानवाच आहे. न्यूटनचें महत्त्व त्यानें ही रीत सप्रयोग सिद्ध केली यांतच आहे.

न्यूटननें हा नियम कसा सिद्ध केला.—गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सिद्ध करण्याची रीत न्यूटनला चंद्राच्या कक्षेंतील गतीवरून सुचली. तथापि सर्वसंमत दंतकथा न्यूटनला ती फळाच्या खालीं पडण्यावरून सुचली अशी असून तिचा उद्भव व्हॉल्टेअरपासून झालेला आहे. ही दंतकथा खरी असो किंवा खोटी असो, एवढें मात्र उघड आहे कीं पृथ्वीच्या आकर्षणशक्तीकडे पाहूनच न्यूटनला जी शक्ति पृथ्वीवरील पदार्थांच्या बाबतींत कार्य करीत असते तिचाच परिणाम चंद्रासारख्या उपग्रहावर देखील होत असला पाहिजे ही गोष्ट सुचली असावी. कोणतीतरी शक्ति चंद्राला सदोदित पृथ्वीकडे ओढीत असते हें स्पष्ट आहे. कारण तसें नसतें तर स्थितिसातत्याच्या नियमाप्रमाणें चंद्र हा पृथ्वीशीं संबद्ध न राहतां स्पर्शरेषेच्या दिशेनें पार दुसरीकडे निघून गेला असता. मग ज्या शक्तीमुळें चंद्र हा एके ठिकाणींच डांबून ठेविला जातो, ती मध्याभिगामी शक्ति व ही पृथ्वीची गुरुत्वाकर्षणशक्ति ह्या एकच नसतील कशावरून? अशा तऱ्हेचा विचार न्यूटनच्या डोक्यांत आला व हा विचार पूर्वी इतरांच्या डोक्यांत आला असला तरी न्यूटननेंच तो प्रथम सप्रयोग सिद्ध केला हें निर्विवाद आहे.

न्यूटनच्या मनांत जो विचार आला तो असा: जर आपण, एका मिनिटांत चंद्र जो मार्ग आक्रमण करतो त्या मार्गाची आकृति काढली, तर, तो आपणांस त्याच्या मूळच्या दिशेपासून बराच च्युत झालेला आढळून येईल. चंद्रावर गुरुत्वाकर्षणशक्ति कार्य करीत नसती, तर तो आपल्या पूर्वीच्या दिशेनेंच सरळ गेला असता. अर्थात् चंद्र हा जो थोडाबहुत खालीं (पृथ्वीकडे) येतो तो गुरुत्वाकर्षणशक्तीमुळेंच होय. ही चंद्राची च्युति आक्रमित कक्षाचापाची जेवढी उत्तरज्या (व्हर्सेड साइन) होईल तेवढी असते. अर्थात् ही उत्तरज्या आपणांस मोजतां आली, तर तिच्या साह्यानें चंद्राची च्युति घडवून आणणाऱ्या शक्तीचें मान आपणांस काढतां येईल. न्यूटननें ही च्युति काढण्याकरितां एक आकृति काढली व एका मिनिटांत स्पर्शरेषेच्या दिशेपासून चंद्राची किती च्युति

होते तें मोजून गणित करून ती तेरा फूट आहे असें ठरविलें. तेव्हां चंद्रावर कार्य करीत असलेली शक्ति तितक्या अंतरावर असलेल्या पदार्थास पहिल्या मिनिटांत तेरा फूट खालीं पृथ्वीकडे पाडण्याइतकी मोठी असली पाहिजे हें उघड आहे. गुरुत्वाकर्षणशक्ति अंतराच्या वर्गाशीं व्यस्तप्रमाणांत असली, तर चंद्राइतक्या दूर असलेल्या पदार्थावर तिचा जोर वरच्या इतकाच पोंचेल काय ? गुरुत्वाकर्षणाचा प्रश्न न्यूटनपुढें होता तो ह्या स्वरूपांत होता. ह्या प्रश्नाचें गणित करून उत्तर काढणें फारसें कठिण नाहीं. पृथ्वीची त्रिज्या हें परिमाण धरून पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर किती आहे हें त्या वेळीं ठाऊक होतें; व त्या ज्ञानाच्या बळावर वरील प्रश्न सहज सोडवितां येण्यासाखा होता. न्यूटनला असें आढळून आलें कीं गुरुत्वाकर्षण हीच जर चंद्रास त्याच्या कक्षेंत अडकवून ठेवणारी शक्ति असेल तर त्या शक्तीच्या ओढासुळें चंद्र पहिल्या मिनिटांत पंधरा फुटांपेक्षां किंचित अधिक खालीं येईल. हें अंतर स्थूल मानानें त्यानें काढलेल्या चंद्राच्या च्युतीशीं जुळत असलें तरी गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाचा प्रश्न निर्णायकपणें सोडविण्याइतकें तें बरोबर आहे असें न्यूटनला वाटलें नाहीं. म्हणून त्यानें तो प्रश्न जो त्या वेळीं बाजूस सारला तो पुढें कित्येक वर्षेपर्यंत पुन्हां हातीं घेतला नाहीं.

पृथ्वीच्या त्रिज्येचें सूक्ष्म मान कळून गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सिद्ध होतो.—गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सिद्ध करण्याकरितां न्यूटननें दिलेला पूरावा पूर्णपणें तर्कशुद्ध होता. ह्या पुराव्याच्या साहाय्यानें न्यूटनला आपला नियम प्रथम सिद्ध करतां आला नाहीं, ह्याचें कारण त्यावेळीं पृथ्वीचा आकार सूक्ष्मत्वानें ज्ञात झाला नव्हता हें होय. चंद्राचें अंतर बरोबर कळण्याकरितां त्याच्या लंबनाची अवश्यकता लागते. व पृथ्वीची त्रिज्या बरोबर ठाऊक असल्याशिवाय लंबन बिनचूक काढतां येत नाहीं. न्यूटननें आपलें पहिलें गणित इ.स. १६६६ सालीं केलें होतें; परंतु पिकार्ड नांवाच्या एका फ्रेंच ज्योतिष्यानें नुकतीच मोजून काढलेली पृथ्वीच्या याम्योत्तर रेषेवरील एका अंशाची लांबी इ. स. १६८२ पर्यंत त्याच्या नजरेस आली नाहीं. ह्या नवीन मोजणींत भूपृष्ठाच्या एका अंशाची लांबी साठ मैलांच्या ऐवजीं ६९.१ मैल इतकी भरली.

पृथ्वीच्या आकारासंबंधींचे आंकडे इतके बदललेले पाहून न्यूटनला चंद्रपतनाचा प्रश्न पुनः हातीं घेण्यास हुरूप आला. जसजसा न्यूटन आपलें गणित अधिकाधिक पुढें करूं लागला. तसतशी वेधाचे आंकडे व गणिताचे आंकडे यांचा परस्परांशीं मेळ बसणार अशी त्याला खात्री वाटूं लागली. गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सिद्ध होणार हें पाहून त्याला इतका हर्ष झाला कीं, हातीं घेतलेलें सोपें गणित त्यास अखेरपर्यंत करवलें नाहीं; राहिलेलें गणित त्यानें आपल्या एका स्नेह्यास पुरें करावयास सांगितलें.

गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाचें सर्वव्यापकत्व.—पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाची शक्ति चन्द्राच्या इतक्या दूर असलेल्या पदार्थावरहि कार्य करूं शकते व त्यांस दीर्घवर्तुळाकृति कक्षेंत फिरावयास लावते हें सरतेशेवटीं आतां सिद्ध झालें. एवढें कळल्यावर ज्या शक्तीचा जोर इतक्या अंतरावर पोंहोंचूं शकतो, ती याहूनहि अधिक अंतरावर आपलें आस्तित्व भासवूं शकत असली पाहिजे असें अनुमान करण्यास विशेष कल्पनाशक्ति लागते असें नाहीं. गुरूच्या उपग्रहांसंबंधीं व निरनिराळया ग्रहांच्या त्यांच्या त्यांच्या कक्षांतील गतींसंबंधीं गणित करून वास्तविक स्थिति तशीच आहे असें सिद्धहि करण्यांत आलें. अशा प्रकारें एकच गोष्ट निरनिराळ्या रीतींनीं सिध्द झाली, तेव्हां गुरुत्वाकर्षण हा द्रव्याच्या अंगीं असलेला विश्वव्यापी धर्म आहे हा सिद्धान्त न्यूटन छातीठोकपणें प्रतिपादन करूं शकला. जी शक्ति सूर्यमालेंतील ग्रहांवर कार्य करीत असते तिच्या तडाक्यांतून स्थिर तारकाहि सुटल्या नाहींत ही गोष्ट सिध्द करण्यास मात्र एकोणिसाव्या शतकांतील शास्त्रज्ञांची जरूर लागली.

न्यूटनचे सिध्दान्त.—न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणविषयक महत्त्वाच्या शोधाचें सविस्तर विवेचन केल्यावर, त्यावरून त्यानें कोणकोणते नवीन सिध्दान्त काढले हें त्याच्याच शब्दांत देऊन त्या योगें ज्योतिष शास्त्रांत कशी प्रगति होत गेली ह्याचा आपण विचार करूं. त्याच्या प्रिन्सिपीआ ग्रंथांतलि चौथा सिध्दान्त पुढें दिल्याप्रमाणें आहे.

"चंद्र हा पृथ्वीकडून आकर्षिला जात असतो व ह्या आकर्षणशक्तीमुळें तो आपल्या सरळरेषात्मक गतीपासून एकसारखा खेंचला जाऊन स्वतःच्या कक्षेंत फिरत राहतो."

इतर ग्रहांसंबंधीं गणित करून गुरुत्वाकर्षण ही सर्वव्यापी शक्ति आहे, अशी न्यूटनची खात्री झाल्यावर त्यानें पुढें दिल्याप्रमाणें आपल्या ग्रंथांतील पांचवा सिद्धान्त बसविला.

"गुरूभोंवती फिरणारे ग्रह [उपग्रह] गुरूकडे आकर्षिले जातात; शनीभोंवतीं फिरणारे शनीकडे आकर्षिले जातात; सूर्याभोंवतीं फिरणारे सूर्याकडे आकर्षिले जातात आणि त्यांच्या [केंद्रस्थितगोलांच्या] गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीमुळें ते सरळ रेषात्मक गतीपासून खेंचले जाऊन आपआपल्या वक्ररेषात्मक कक्षांत फिरत राहतात."

उ प सि द्धा न्त.१—अर्थात् सर्व ग्रहांनां सारखीच लागू असेलेली अशी गुरुत्वाकर्षण नामक शक्ति आहे; कारण, शुक्र, बुध इत्यादि गोल आणि गुरु व शनि हे गोल ह्यांत कांहीं भेद नाहीं. आणि ज्याअर्थी आकर्षक व आकर्षित असे दोनहि पदार्थ एकमेकांस आपल्याकडे खेंचण्याचा प्रयत्न करितात त्या अर्थी गुरु व शनि हे आपल्या उपग्रहांकडे, पृथ्वी आपल्या चंद्राकडे व सूर्य आपल्या ग्रहांकडे, आकर्षिला जात असला पाहिजे.

उपसिद्धान्त २.–एखाद्या ग्रहाकडे ज्या शक्तीनें पदार्थ खेंचला जातो, ती ग्रहाच्या मध्यबिंदूपासून मोजलेल्या अंतराच्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणांत असते.

उपसिद्धान्त ३.–सर्व ग्रह पहिल्या व दुसऱ्या उपसिद्धान्ताप्रमाणें परस्परांकडे आकर्षिले जातात, आणि म्हणून गुरु व शनि यांची जेव्हां युति होण्याचा प्रसंग येतो, तेव्हां परस्पराकर्षणामुळें ते आपआपल्या मार्गापासून स्पष्ट दिसण्याइतके च्युत होतात. अशाच रीतीनें सूर्यामुळें चंद्राच्या गतींत फेरफार होतो व चंद्र व सूर्य ह्या दोहोंच्या आकर्षणाचा समुद्रावर परिणाम होतो.

"औपपत्तिक सिद्धान्त.–जिच्या योगानें अंतरिक्षांतील गोल आपआपल्या कक्षांपासून च्युत होत नाहींत त्या शक्तीस आतांपर्यंत मध्याभिगामी शक्ति असें म्हणत असत. परंतु आतां मध्याभिगामी शक्ति ही गुरुत्वाकर्षण शक्तीहून अभिन्न आहे असें सिद्ध झालें असल्यामुळें तिला तेंच नांव देणें युक्त होईल. कारण, जिच्यामुळें चंद्र आपल्या कक्षेंत राहतो, त्या मध्याभिगामी शक्तीच्या मुळाशीं असलेली गोष्ट उपर्युक्त नियमाप्रमाणें सर्व ग्रहांनां सारखीच लागू असली पाहिजे.

न्यूटनच्या ग्रंथांतील पुढचा सहावा मुख्य सिद्धांत पुढें दिल्याप्रमाणें आहे.

"सिद्धान्त.–सर्व पदार्थ प्रत्येक ग्रहाकडे आकर्षिले जातात; आणि एखाद्या ग्रहाच्या मध्यबिंदूपासून सारख्या अंतरांवर असलेल्या पदार्थांचीं त्या ग्रहासंबंधीं वजनें हीं त्यांच्यामधील द्रव्यांशीं सम प्रमाणांत असतात.

गुरुत्वाकर्षण द्रव्याशीं प्रमाणांत असतें हें दाखविण्यासाठीं केलेला न्यूटनचा प्रयोग.—"सर्व पदार्थ–हवेच्या अंगीं किंचित् जी प्रतिबंधक शक्ति असते तिच्यापासून होणारा अडथळा हिशेबांत धरला नाहीं तर–सारख्याच उंचीवरून सारख्याच वेळांत पृथ्वीवर पडतात, ही गोष्ट आपणांस बरेच दिवसांपासून ठाऊक आहे; आणि वेळेचा सारखेपणाहि लंबकाच्या साहाय्यानें आपणांस सूक्ष्मपणें ओळखतां येतो. हा प्रयोग मीं सोनें, रुपें, शिसें, कांच, वाळू, मीठ, लांकूड, पाणी आणि गहूं इतक्या पदार्थांवर करून पाहिला. मी लांकडाच्या दोन गोल व सारख्या आकारांच्या पेट्या घेतल्या. एकींत लांकूड भरलें व दुसरींत (शक्य तितकें बरोबर) आंदोलनकेंद्राच्या ठिकाणीं सारख्याच वजनाचा एक सोन्याचा तुकडा टांगून ठेवला. या पेट्या अकरा फूट लांबीच्या तारांनीं टांगून सारख्याच वजनांचे, सारख्याच आकारांचे व हवेच्या प्रतिबंधाचा सारखाच परिणाम सोसणारे असे दोन लंबक तयार करण्यांत आले. हे लंबक शेजारीं शेजारीं टांगून ठेवले, तेव्हां त्या दोघांचे हेलकावे एकमेकांबरोबरच, यत्किंचितहि फरक न पडतां, होत असलेले मला आढळून आलें. अर्थात् सोन्यांतील द्रव्य व लांकडांतील द्रव्य त्यांचें गुणोत्तर, सोन्यावर कार्य करणारी शक्ति व लांकडावर कार्य करणारी शक्ति त्यांच्या–म्हणजे त्या दोन पदार्थांच्या वजनांच्या–गुणोत्तराबरोबर असलें पाहिजे. इतर पदार्थांवर प्रयोग करून पाहिला तेव्हांहि हीच गोष्ट दृष्टोत्पत्तीस आली. समान वजनांच्या पदार्थांवरील ह्या प्रयोगानें मला पदार्थांच्या द्रव्यांतील सहस्रांशाहूनहि सूक्ष्म फरक सहज ओळखतां आला असता. आतां भूसंबंधीं गुरुत्वाकर्षण शक्तीचें स्वरूप अन्यग्रहांसंबंधीं गुरुत्वाकर्षणशक्तीच्या स्वरूपाहून निःसंशय निराळें नसलें पाहिजे. कारण, पृथ्वीवरील पदार्थ चंद्रावर नेऊन त्यांनां व चंद्रास गतिहीन करून तेथून बरोबरच पृथ्वीकडे पडूं दिलें, तर चंद्राचा गोल व हे पदार्थ सारख्या वेळांत सारखेंच अंतर आक्रमण करतील असें मागें दाखविण्यांत आलेंच आहे. म्हणून ह्या सर्वांचीं द्रव्यें त्यांच्या वजनांच्या प्रमाणांत असलीं पाहिजेत."

उपर्युक्त सिद्धांतास ग्रहविषयक गणितानें मिळणारी पुष्टि.—"शिवाय ज्या अर्थी गुरूच्या उपग्रहांचे प्रदक्षिणाकाल त्यांचीं गुरूच्या मध्यबिंदूपासून जीं अंतरें आहेत त्यांच्या त्र्यर्धघात प्रमाणांत असतात, त्याअर्थी त्यांची गुरुसंबंधीं गतिवर्धक गुरुत्वाकर्षणें त्यांच्या गुरूच्या मध्यबिंदूपासूनच्या अंतरांच्या वर्गाशीं व्युत्क्रमेंकरून प्रमाणांत असलीं पाहिजेत. म्हणजे तीं सारख्या अंतरावर सारखीं असलीं पाहिजेत. आणि म्हणून हे उपग्रह सारख्या उंचीवरून गुरूकडे पडूं लागले तर ते पृथ्वीवरील वजनदार पदार्थांप्रमाणेंच सारख्या वेळांत सारखीं अंतरें आक्रमण करतील. त्याचप्रमाणें सूर्याभोंवतीं फिरणारे ग्रह जर सारख्या अंतरांवरून सूर्यावर पडूं लागले, तर ते देखील सारख्या वेळांत सारखींच अंतरें आक्रमण करतील. परंतु कमी अधिक द्रव्य असलेल्या पदार्थांत सारखें गतिवर्धन उत्पन्न करणाऱ्या शक्ती त्या पदार्थांतील द्रव्यांच्या प्रमाणांत असल्या पाहिजेत. किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे, ग्रहांचीं सूर्यसंबंधीं वजनें, त्यांतील द्रव्यांशीं प्रमाणांत असलीं पाहिजेत. गुरूचें आणि त्याच्या उपग्रहांचीं सूर्यसंबंधीं वजनें त्या त्या गोलांतील द्रव्यांचीं प्रमाणांत आहेत, हें उपग्रहांच्या अत्यंत नियमबद्ध गतींवरून स्पष्ट होतें. कारण, जर यांपैकीं कांहीं गोल इतरांपेक्षां त्यांतील द्रव्याच्या मानानें, अधिक जोरानें आकर्षिले जात असते, तर या आकर्षणशक्तींतील विभिन्नतेमुळें उपग्रहांच्या गतींत फरक झाल्याशिवाय राहिला नसता. जर सूर्यापासून सारख्या अंतरावर असतांना, एखादा उपग्रह त्यांतील द्रव्याच्या मानानें गुरूपेक्षां अधिक जोरानें सूर्याकडे क : ख या ठराविक प्रमाणांत आकर्षिला जाऊं लागला, तर सूर्याचा मध्यबिंदु व उपग्रहाच्या कक्षेचा केंद्र यांच्यामधील अंतर सूर्य व गुरु यांच्या मध्यबिंदूंतील अंतराहून जवळ जवळ क : ख यांच्या वर्गमूल प्रमाणांत अधिक राहील, असें मला गणित करून आढळून आलें आहे. आणि जर उपग्रह सूर्याकडे [गुरूपेक्षां] ख : क या प्रमाणांत कमी जोरानें

आकर्षिला जाऊं लागला, तर उपग्रहाच्या कक्षेच्या केंद्राचें सूर्यापासून अंतर, गुरूच्या मध्यबिंदूच्या सूर्यापासूनच्या अंतराहून उपर्युक्त प्रमाणाच्या वर्गमूलप्रमाणांत कमी राहील. म्हणून, सूर्यापासून सारख्या अंतरावर असतांना, एखाद्या उपग्रहाचें सूर्यसंबंधीं गतिवर्धक गुरुत्वाकर्षण गुरूच्या सूर्यसंबंधीं गुरुत्वाकर्षणाहून त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सहस्रांशानें जरी कमी किंवा अधिक असलें, तरी उपग्रहाच्या कक्षेच्या केंद्राचें सूर्यापासून अंतर गुरूच्या सूर्यापासूनच्या अतराहून त्याच्या अंतराच्या दोन सहस्रांश--म्हणजे गुरुपासून जास्तींत जास्त दूर असलेल्या उपग्रहाचें गुरूच्या मध्यबिंदूपासून जें अंतर आहे त्याचा पंचमांश-कमी किंवा अधिक होईल. ही कक्षेची केंद्रच्युति वेधगम्य होण्याइतकी मोठी आहे यांत शंका नाहीं. परंतु उपग्रहांच्या कक्षा सैकेंद्रीय असून गुरु हाच त्यांच्या केंद्रस्थानीं आहे. म्हणून गुरु व त्याचे सर्व उपग्रह यांचीं सूर्यसंबंधीं गतिवर्धक गुरुत्वाकर्षणें, सूर्यापासून सारख्या अंतरावर त्यांतील द्रव्यांशीं सम प्रमाणांत असतात. त्याचप्रमाणें पृथ्वीचें सूर्यसंबंधीं वजन व चंद्राचें सूर्यसंबंधीं वजन हीं दोन्हीं एक तर शून्य तरी असलीं पाहिजेत किंवा त्या गोलांतील द्रव्यांशीं पूर्णपणें प्रमाणांत तरी असलीं पाहिजेत."

गुरुत्वाकर्षण व लोहचुंबकता यांची तुलना.—"उपसिद्धान्त ५ वा--गुरुत्वाकर्षण व लोहचुंबकता या एकाच प्रकारच्या शक्ती नाहींत; कारण, लोहचुंबकविषयक आकर्षण हें आकर्षित पदार्थांच्या द्रव्याशीं प्रमाणांत नसतें. कांहीं पदार्थ लोहचुंबकाकडून कमी आकर्षिले जातात, कांहीं जास्त आकर्षिले जातात व कांहीं मुळींच आकर्षिले जात नाहींत. एकाच पदार्थांतील लोहचुंबकविषयक शक्ति कमी जास्त होऊं शकते आणि कधीं कधीं पदार्थांतील द्रव्याच्या मानानें ती गुरुत्वाकर्षणशक्तीहून पुष्कळच अधिक असते. शिवाय, कांहीं प्रयोगांवरून मला असें आढळून आलें आहे कीं, लोहचुंबकविषयक आकर्षण, अंतर वाढविलें असतां गुरुत्वाकर्षणाप्रमाणें वर्ग प्रमाणांत [व्युत्क्रमें करून] कमी न होतां जवळ जवळ घनप्रमाणांत [व्युत्क्रमें करून] कमी होतें.

सातवा सिद्धान्त.-सर्व पदार्थांच्या अंगीं त्यांतील द्रव्याच्या प्रमाणांत गुरुत्वाकर्षणशक्ति असते.

"सर्व ग्रह एकमेकांकडे आकर्षिले जातात हें वर सिद्ध केलेंच आहे. त्याचप्रमाणें प्रत्येक ग्रहविषयक गुरुत्वाकर्षणशक्ति व्यक्तिशः एखाद्या स्थळीं, त्या स्थळाचें ग्रहाच्या मध्यापासून जें अंतर असतें, त्याच्याशीं व्युत्क्रमें करून प्रमाणांत असते हें देखील सिद्ध झालेंच आहे. यावरून सर्व पदार्थांच्या अंगीं त्यांतील द्रव्याच्या प्रमाणांत गुरुत्वाकर्षणशक्ति असते ही गोष्ट क्रमप्राप्तच होते.

"शिवाय, ज्याअर्थी क या ग्रहाचे सर्व भाग ख या ग्रहाकडे आकर्षिले जातात; आणि प्रत्येक भागाचें गुरुत्वाकर्षण व सर्व ग्रहांचें गुरुत्वाकर्षण हीं त्या भागांतील द्रव्य व सर्व ग्रहांतील द्रव्य यांशीं प्रमाणांत असतात; आणि प्रत्येक क्रियेस तितकीच प्रतिक्रिया असते; त्याअर्थी ख हा ग्रह देखील, उलटपक्षीं क या उपग्रहाच्या प्रत्येक भागाकडे आकर्षिला जाईल; आणि त्याचें कोणत्याहि भागाकडे आकर्षण व त्याचें सबंध ग्रहाकडे आकर्षण हीं, त्या भागांतील द्रव्य व सर्व ग्रहांतील द्रव्य यांशीं प्रमाणांत असतील."

"यावरून असें दिसून येईल कीं, पदार्थांची आकर्षणशक्ति त्यांतील निरनिराळ्या भागांच्या आकर्षणशक्तीमुळेंच उद्भूत झालेली असते."

गुरुत्वाकर्षणाच्या कारणासंबंधीं अज्ञान.—उपर्युक्त ग्रंथाचा उपसंहार न्यूटननें पुढीलप्रमाणें केला आहे:—

"आतांपर्यंत आपण गुरुत्वाकर्षणामुळें घडून येणाऱ्या आकाशांतील व समुद्रविषयक चमत्कारांचें विवेचन केलें; परंतु ही शक्ति कशापासून उत्पन्न होते त्याचें कांहींच स्पष्टीकरण केलेलें नाहीं. ही गोष्ट निश्चित आहे कीं, या शक्तीचा प्रवर्तक हेतु, त्याच्या शक्तींत यत्किंचितहि फरक न होतां सूर्याच्या आणि ग्रहांच्या अंतर्भागीं मध्यबिंदूंतहि वास करूं शकतो. त्याची शक्ति, ती ज्या कणांवर कार्य करते, त्या कणांच्या पृष्ठफलावर अवलंबून नसून त्यांतील घन द्रव्याप्रमाणें कमी जास्त होते; आणि तिचा जोर प्रचंड अंतरावर भासमान होऊं शकतो, व तो नेहमीं अंतराच्या वर्गप्रमाणांत कमी होत जातो. एखाद्या पदार्थावर कार्य करीत असलेली सूर्यसंबंधीं आकर्षणशक्ति ही सूर्याच्या घटकद्रव्यांतील एक एक कणाची आकर्षणशक्ति एकत्रित होऊन झालेली असते; आणि जसजसें सूर्यापासून अधिक अंतरावर जावें तसतशी ती थेट शनीच्या गोलापर्यंत देखील अंतराच्या वर्गाच्या प्रमाणांत कमी होत जाते ही गोष्ट शनीच्या उच्चाच्या स्थिरतेवरून सिद्ध होत आहे. परंतु अद्यापपर्यंत या गुरुत्वाकर्षणाच्या चमत्कारावरून त्याच्या मुळाशीं काय कारण आहे हें शोधून काढतां आलें नाहीं; व मी तत्संबंधीं कांहीं उपपत्तिहि बनवूं इच्छित नाहीं; कारण जें कांहीं या चमत्कारावरून निगमनानें निघण्यासारखें नाहीं तें सर्व उपपत्तीच्या सदरांत येईल; आणि उपपत्तीस, मग ती भौतिक गोष्टींसंबंधीं असो अगर आधिभौतिक गोष्टींसंबंधीं असो, प्रयोगसिद्ध शास्त्रांत मुळींच स्थान मिळणें शक्य नाहीं. गुरुत्वाकर्षण ही एक शक्ति आहे आणि ती वर दिलेल्या नियमांप्रमाणें कार्य करीत असते, एवढें ज्ञान आपणांस पुरें आहे. त्या योगें आकाशांतील गोलांच्या व आपल्या समुद्राच्या सर्व हालचालींचें उत्तम रीतीनें स्पष्टीकरण होऊं शकतें."

गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्तास मान्यता.—गुरुत्वाकर्षणाचा शोध लागल्यावर त्याच्या महत्त्वाचा विचार करितां, त्याला जनतेकडून मान्यता मिळण्यास कांहीं कालावधि लागावा हें केवळ अपरिहार्य होतें. आपल्या शोधास जन-

तेकडून विरोध होईल हें न्यूटन जाणून होता; व तो वादविवादास भीत असे तरी सदरहू वादविवादास तोंड देऊन सोक्षमोक्ष करून घेण्यास तयार झाला. आपला सिद्धांत बरोबर आहे यावद्दल त्यास तिळमात्रहि संशय नव्हता. तो लोकांस पटवून द्यावयाचा कसा, एवढाच काय तो त्याच्यापुढें प्रश्न होता. तो जाणून होता कीं, आपल्या समकालीन पंडितांपैकीं कांहींजणांकडून आपल्या सिद्धांतास ताबडतोब मान्यता मिळेल; दुसरे कांहीं प्रथम शंका घेतील, प्रश्न विचारतील, वादविवाद करतील, पण शेवटीं तो कबूल करतील; व कांहींजण मरेपर्यंत शंका काढून वादविवादच करीत राहतील. आजपावेतों सर्व मोठ्या शोधांची अशीच स्थिति झाली व पुढें देखील मोठमोठ्या शोधांस बहुधा याच अवस्थेंतून जावें लागेल. परंतु निदान या शोधाच्या बाबतींत तरी स्वतः संशोधकाच्या हयातींतच त्याच्या उपपत्तीस जनतेकडून मान्यता मिळालेली आपणांस दिसून येते.

भौतिक शास्त्रांची आधुनिक वाढ.-अर्वाचीन शास्त्रीय शोधांचा सपाटा एकोणिसाव्या शतकांत सुरू होतो. ह्या काळांत प्रगति झपाट्यानें झाली, आणि शास्त्रीय ज्ञानांत वर्गीकरण होऊन भिन्न भिन्न शास्त्रें उदयास आलीं. खगोलशास्त्र आणि भौतिक विज्ञान अशीं ज्यांनां इतके दिवस मोघम नांवें होतीं त्यांचा विस्तार फार झाला आणि त्यांचे कल्पनातीत भेद आणि पोटभेद झाले. दुर्बिणीच्या सुधारणेनें नवीन ग्रहांचें ज्ञान झालें; विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्र म्हणजे स्पेक्ट्रास्कोप यानें खस्थांची रासायनिक रचना अंशतः समजली; आणि भूपृष्ठाचा शोधकपणानें अभ्यास सुरू झाल्यामुळें ग्रहांच्या घटनेसंबंधीं गूढ अशीं तत्त्वें उकललीं. अगदीं अर्वाचीन शोधांत ग्रीसच्या प्राचीन विचारांची छटा उमटलेली जरी दिसली, तरी स्थूलमानानें पाहतां पृथ्वीच्या इतिहासाचा विचार करण्याची पद्धत मुळांतच बदलली. कार्यशक्तिनिर्वाहाचें तत्त्व (काझर्व्हेशन ऑफ एनर्जि) ह्याच वेळीं उदय पावलें.

न्यूटनोत्तरकालीन ज्योतिषशास्त्रज्ञ.—सतराव्या शतकाच्या समाप्तिचरणामध्यें जसे कैक खंदे खगोलशास्त्रज्ञ निपजले तसे पुढील शतकाच्या आरंभीं निपजले नाहींत. नव्या दमाच्या शोधकांत यूलर, लाप्लास, हर्शल वगैरेंचें एक मंडल जमलें; आणि अठराव्या शतकाच्या परिसमाप्तिपूर्वी त्यांनीं बरेंच कार्य केलें.

हेवेलियस व हॅले.—हेवेलियस हा ज्योतिषशास्त्रज्ञ (१६११–१६८७) सतरावें शतक संपणार तोंच आटोपला. चंद्रबिंब आणि त्यावरील डाग ह्यांचें बरोबर वर्णन करून त्यानें ज्योतिषशास्त्राला चालना दिली होती. परंतु ग्रहांचे वेध घेतांना दुर्बिणीचा उपयोग न करण्याचा नसता दुराग्रह धरून प्रस्तुत शास्त्राची प्रगति त्यानें अडविली. हॅले आणि हेवेलियस ह्या उभयतांनीं एकत्र निरीक्षण केलें आणि हेवेलियसच्या जुनाट पद्धतीपेक्षां हॅलेची नवी पद्धत कांहीं अंशीं जास्त उपयुक्त असल्याचें जरी निदर्शनास आलें तरी त्या पद्धतीचें वर्चस्व बिनतोड सिद्ध झालें नाहीं. हॅले प्रस्तुत शास्त्रांत केवळ रटफ करणारा होता असें नाहीं. वयाच्या एकोणिसाव्या वर्षीच ग्रहमार्गांची आदितत्त्वें ठरविण्याची एक टिकाऊ व उपयुक्त युक्ति त्यानें शोधून काढिली. दक्षिण गोलार्धांतून तारकावेध घेतां यावे याकरितां पुढील सालीं तो सेन्ट हेलेना बेटांत गेला. ग्रहलंबनाची मापनपद्धति त्यानें तेथें असतांना शोधून काढिली. पृथ्वीचें सूर्यापासून अंतर आणि पृथ्वीची त्रिज्या ह्यांवर हें लंबन अवलम्बून असतें. त्रिज्या ठरलेली आहे, तेव्हां हें लम्बन कळल्यास त्या ग्रहाचें नक्की अंतर देखील सहजच कळेल. ह्या शोधाचा उपयोग ग्रहगतींचीं परिमाणें ठरविण्याकडे होईल अशी हॅलेची कल्पना होती. ग्रीनिच येथील वेधशाळेंत जेव्हां राजाश्रयाखालीं त्याची नेमणूक झाली तेव्हां तो बराच उतारवयाचा झाला होता. चंद्राचे कित्येक वेध त्यानें घेतले. मध्यमप्रमाणिक गतीच्या नियतक्षयवृद्धीची अंधुक कल्पना त्याला जरी आली होती तरी त्याला त्या कल्पनेची फोड करतां आली नाहीं. केप्लरनंतर हॅलेचाच ज्योतिषशास्त्रविषयक ग्रंथ फार महत्त्वाचा असून तो त्यानें प्रसिद्ध केला व धूमकेतू सूर्यमालेपैकींच आहेत ह्या जुन्या मताचा पुरस्कार करून त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, ते सूर्याभोंवतीं केंद्रच्युत मार्गानें भ्रमण करीत असतात.

तत्कालीन इतर शोधकांप्रमाणें हॅलेला उल्कोत्पाताचा अचंबा वाटत असे. पृथ्वीवरून कांहीं चमत्कारानें उत्क्षेप पावलेल्या तप्त बाष्पामुळें उल्कोद्भव होतो ही कल्पना त्या वेळीं रूढ होती. पण हॅलेला ती पटेना. परमाणूंच्या साहजिक संयोगानें हवेंत कांहीं द्रव्यांचा संचय होतो आणि आपल्या परिभ्रमणपंथांत पृथ्वीचा ह्या संचयाशीं संयोग झाल्यानें उल्कोद्भव होत असावा असा हॅलेचा कयास होता. तो त्यानें तज्ज्ञांपुढें मांडला आणि भवति न भवति व्हावी अशी इच्छा दर्शविली. उल्कांचें वास्तविक स्वरूप कळणें हें त्या वेळच्या ज्ञानाच्या मर्यादित स्वरूपामुळें कठीण होतें.

ब्राडले आणि प्रकाशभ्रंश.—हॅलेच्या पदावर आलेला ब्राडले हा अठराव्या शतकांतील ज्योतिर्विदांत प्रमुख आहे. ध्रुवनक्षत्राच्या एका विशिष्ट गतीची कार्यकारणमीमांसा ह्यानें लाविली. पिकार्डनें ही गति पाहिली होती, परंतु तिचा छडा त्याला लावितां आला नाहीं. ध्रुवमत्स्याजवळील ड्राकोनिक तारकापुंजांतील गामा ताऱ्याचे वेध घेत असतां, ह्या ताऱ्याचा आक्रमणपंथ लंबवर्तुळाकार असावा असें दृष्टोत्पत्तीस आलें. ह्या प्रकाशभ्रंशाचें कारण म्हणजे तेजाची गति आणि पृथ्वीची वार्षिक गति ह्यांचा संयोग हें होय असें ब्राडलेनें सिद्ध केलें. हा सिद्धांत ब्राडलेला जरी १७२८ त पटला तरी तो उघडपणें मांडण्यास वीस वर्षांचा अवधि लागला. ब्राडलेचा व्यासंग असा चालू असतां त्याला पृथ्वीच्या आंसाच्या आंदोलनगतीचा शोध लागला.

फ्रान्समधील ज्योतिर्विद.—कॅसिनी (१६२५-१७१२) हा पॅरिसमधील राजवेधशाळेंतील पहिला ज्योतिर्विद होय. त्याच्या आश्रयाखालीं उदय पावलेला लाकेल (१७१३-१७६२) ह्यानें नभोमध्याच्या वर्तुलखंडाचें पुनर्गणन केलें. दोन वर्षांच्या उद्योगानंतर त्याला ही गोष्ट साधली. आणि हा शोध लाविल्यामुळें मॅझेरिन कॉलेजांतील गणिताध्यापकाची जागा त्याला मिळाली. दक्षिण गोलार्धांतील तारकांचे वेध घेण्याकरितां १७५१ मध्यें तो केप आफ गुडहोप येथें गेला. त्याच्या अफाट उद्योगाचें चीज झालें आणि भिन्नगोलार्धांतील तारकांचा तौलनिक अभ्यास करणें शक्य झालें. ह्याच सुमारास, पृथ्वी ध्रुवाकडे चपटी झाली आहे कीं नाहीं ह्या प्रश्नाची भवति न भवति चालली होती.

भूमध्यरेषेच्या आसपासचें अंशमापन आणि ध्रुवाजवळचें केलेलें अंशमापन यांमधील अंतर काढलें म्हणजे ह्या प्रश्नाचा कायमचा निकाल लागेल असें ठरलें. ह्या प्रयत्नांचा परिपाक म्हणून असें ठरलें कीं हा भूगोल गोलकल्प आहे. लाकेलचा समकालीन अलेम्बर्ट (१७१७-१७८३) ह्याचे शोध तर विख्यात आहेतच; परंतु ह्याच्या शुद्धाचरणाचा फ्रान्समधील विचारप्रवर्तकांवर फार इष्ट परिणाम झाला. पृथ्वीच्या आंसांत पडणारा फरक ह्यानें ठरविला, सूर्य आणि चंद्र ह्यांच्या आकर्षकशक्तींचें परस्पर प्रमाण ७ : ३ आहे असें दाखवून त्यानें ह्यायोगें असें सिद्ध केलें कीं, पृथ्वी चंद्रापेक्षां सत्तरपट मोठी असावी. दिलांवर हा ज्योतिर्विद ह्या वेळींच होऊन गेला. नुकत्याच सांपडलेल्या युरेनस ताऱ्याची कक्षा ठरविल्याबद्दल बक्षीस पटकावून त्यानें तेव्हांच नांव मिळविलें. ह्याचे स्वतःचे शोध तर महत्त्वाचे आहेतच; परंतु ह्यानें ज्योतिषशास्त्रांचा इतिहास लिहिला आहे त्यामुळेंहि त्याचें महत्त्व फार आहे. ह्या काळांतच होऊन गेलेला यूलर ह्याची अनेक विषयांत गति होती. परंतु पौरस्त्य भाषांचा वगैरे नाद सोडून भूमितीकडे त्यानें सारें लक्ष लावलें. १७४१ मध्यें फ्रेडरिकच्या आग्रहावरून बर्लिन येथें जाईपर्यंत, चौदा वर्षें तो रशियांत होता; आणि १७६६ त तो रशिआंत परत आला. त्याच्या पहिल्या ग्रंथाचा विषय ग्रहसंक्षोभ हा आहे. ह्या विषयाचा विस्तृत उहापोह पुढील ग्रंथांतून केला आहे. यूलरनें आणखी असें दाखविलें कीं, कांहीं ठराविक मर्यादेंत शनि आणि गुरूंच्या सूर्यापासून अतिदूरवर्ती बिंदूवरील ठिकाणें कांहीं ठराविक क्रमानें बदलतात आणि सुमारें तीस हजार वर्षांनीं ह्या ग्रहांच्या कक्षेंतील मूल द्रव्यें पूर्ववत् होतील असें ह्यानें गणित ठरविलें.

विल्यम हर्शेल.—विल्यम हर्शेल हा मूळचा हॅनोव्हरीयन असून त्यानें इंग्लंडमध्यें आपलें कायमचें वास्तव्यस्थान केलें होतें. याचा धंदा गायनशिक्षकाचा होता; तथापि त्यास दुर्बिणी करण्याचा विलक्षण नाद असल्यामुळें तो आपल्या धंद्यातून मिळेल तेवढा वेळ काढून आपल्या दुर्बिणीची कांच घांशीत बसे. असें म्हणतात कीं तो हात न उचलतां सोळा तास पर्यंत एकसारखा दुर्बिणीची कांच घांशीत तिच्या भोंवतीं प्रदक्षिणा करीत राही. हर्शेल यास ह्या कामीं त्याच्या बहिणीकडून फार मदत होत असे. ही बहिण त्याच्या कामांत व्यत्यय येऊं नये म्हणून तो कांच घांशीत असतांना त्याच्या तोंडांत अन्न घालीत असे; व पुढें त्याच्या परिश्रमानें अत्यंत दूरचे तारे दाखविणारी परावर्तक दुर्बीण तयार झाली तेव्हां ती त्याचे वेध टिपून घेण्याचे कामीं त्यास मदत करूं लागली.

हर्शेलचे वेधजन्य शोध.—हर्शेलच्या दुर्बिणींतून दूर दूरचे तारे देखील दृष्टिगोचर होऊं लागल्यामुळें त्याच्याकडून ज्योतिःशास्त्रांत अनेक महत्त्वाचे शोध लागले. त्यानें शनीच्या कक्षेपलीकडे असलेल्या प्रजापति नामक ग्रहाचा शोध लावून सूर्यमालेचा व्यास पूर्वी होता त्याच्या दुप्पट केला. ह्या ग्रहास त्यानें आपल्या राजाच्या बहुमानार्थ जॉर्जियन सिडस असें नांव दिलें. यामुळें जार्ज बादशहाचें मन त्याच्यावर सुप्रसन्न होऊन त्यास राजाश्रय मिळाला; व नंतर त्यास स्वतःच्या चरितार्थासाठीं निराळा धंदा करण्याची जरूर राहिली नाहीं.

आपल्या सूर्यमालेसंबंधीं हर्शेलचे आणखी शोध म्हटले म्हणजे त्यानें आपल्या दुर्बिणीच्या साहाय्यानें कित्येक उपग्रह हुडकून काढले; व शनि हा आपल्या कड्यांसह स्वतःच्या अक्षाभोंवतीं फिरत असतो असें दाखविलें. ह्याशिवाय त्यानें सूर्याच्या डागांचाहि अधिक अभ्यास करून त्यांचा पृथ्वीच्या हवापाण्यावर परिणाम होत असावा असें सूचित केलें.

हर्शेलच्या दुर्बिणींतून केवळ सूर्यमालेंतीलच बारीकसारीक ज्योती नयनगोचर झाल्या असें नाहीं, तर तिच्या पलीकडील कोट्यवधि मैल अंतरावरच्या तारकाहि त्याच्या दृष्टिपथांत आल्या. तो म्हणतो कीं नुसत्या डोळ्यांनीं फक्त साहाव्या प्रतीच्याच तारा फार झालें तर दिसूं शकतात. परंतु माझी दुर्बीण इतकी सूक्ष्म दशेंत आली आहे कीं तिच्या साहाय्यानें १३४२ व्या प्रतीची तारा मी पाहूं शकतों.

हर्शेलचा विश्वाच्या स्वरूपासंबंधीं कयास.—हर्शेलला त्याच्या दुर्बिणींतून विश्वाचें जें स्वरूप दिसलें, त्यावरून त्यानें तत्संबंधीं आपलें पुढें लिहिल्याप्रमाणें मत प्रकट केलें आहे. आकाशांत दिसणारे कोट्यवधि तारे हे आपल्या सूर्यासारखेच परंतु त्याहून अनेक पटींनीं मोठे असलेले असे निरनिराळे सूर्य असून ते सर्व एका मध्यवर्ति ताऱ्याभोंवतीं अतिशय मोठ्या कक्षेंतून फिरत आहेत. विश्व हें जवळ जवळ बिंबाकार प्राप्त झालेल्या एखाद्या वेड्या वांकड्या चपट्या गोलाप्रमाणें असून हें बिंब एका बाजूनें दुभागलेलें आहे. आकाशगंगेचे जे आपणांस दोन फांटे फुटलेले दिसतात तोच ह्या विश्वबिंबाचा दुभागलेला भाग होय. आपणांस नुसत्या डोळ्यांनीं तारा दिसतात त्या सर्व आपल्या विश्वाचा च भाग आहेत. परंतु ह्या विश्वांतील अत्यंत दूरच्या

तारांहूनहि हजारों पट दूर असलेलीं अशीं आपल्या विश्वासारखीं अनेक विश्वें असून त्यांतील तारा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणें शक्य नाहीं. आपणांस आकाशांत अंधुक अंधुक असे जे अनेक लहान लहान तेजोमेघ दिसतात तीं सर्व निरनिराळीं विश्वें असून अनंत आकाशांत तीं केवळ लहान लहान बेटांप्रमाणें आहेत.

हर्शेलची विश्वोत्पत्तीसंबंधीं कल्पना.—हर्शेलच्या मतें सर्व आकाश आरंभीं लहानमोठ्या अनेक लहान तारांनीं भरलेलें होतें. त्यांपैकीं ज्या मोठ्या तारा होत्या त्यांनीं लहान तारांस आपल्याकडे आकर्षून घेतलें, व त्यामुळें कित्येक मोठ्या तारका व तारकासमूह तयार झाले. गुरुत्वाकर्षणजन्य शक्तीमुळें तारका एकत्र होण्याची क्रिया अशीच पुढें चालू रहावयाची असून, तिच्यामुळें आपल्या सूर्याप्रमाणें ग्रहमालांच्या केंद्रस्थानीं असलेल्या मोठमोठ्या तारकादेखील अखेर एकमेकांवर आदळून त्या सर्वांचा नाश होईल.

दुर्बिणींतून पाहिल्यावर हर्शेलला अनेक तेजोमेघांचें बारीक बारीक तारकांत पृथक्करण झालेलें आढळून आलें. तथापि त्यांत कांहीं तेजोमेघ असे होते कीं, दुर्बिणींतूनहि त्यांचें स्वरूप हर्शेलला देदिप्यमान वायूच्या खंडाप्रमाणेंच आढळून आलें.

यांपैकीं कांहीं तेजोमेघांत घनीभूत केन्द्र दिसून आल्यामुळें हे तेजोमेघ आपल्या सूर्यमालेची प्रथमावस्था दर्शवीत असून आपल्या सूर्याची उत्पत्ति अशाच रीतीनें झाली आहे असें हर्शेलनें प्रतिपादन केलें.

कांटचें तेजोमेघ मत.—उपर्युक्त हर्शेल याच्या मतांत विश्वोत्पत्ति व विश्वसंहार यांचा पद्धतशीर रीतीनें विचार केलेला आहे. तथापि जें आज तेजोमेघ-मत म्हणून प्रसिद्ध आहे, त्याचा मूळ विवरणकार प्रसिद्ध जर्मन तत्त्ववेत्ता इमॅन्युएल कांट हाच होता. कांटचा जन्म इ. स. १७२४ त कोनिंग्जबर्ग येथें झाला व तो इ. स. १८०४ त मृत्यु पावला. 'क्रिटिक ऑफ प्युअर रीझन' हा कांटचा ग्रंथ असून, त्यानें प्रतिपादन केलेलें तेजोमेघ-मत पुढें दिल्याप्रमाणें आहे.

"आज ज्या ठिकाणीं आपणांस सूर्य, ग्रह व तारा दिसतात, ती सर्व जागा पूर्वी या गोलांच्या मूलभूत स्वरूपांत असलेल्या घटक द्रव्यांनीं भरलेली होती. या द्रव्यांत जे अधिक घनता असलेले कण होते त्यांच्याकडे कमी घनता असलेले कण आकर्षिले जाऊन लहान लहान गोल बनण्यास सुरुवात झाली; व हे गोल पुनः आसमंतांतील अधिक द्रव्य आकर्षून घेऊं लागल्यामुळें त्यांपासून मोठमोठे गोल बनले. याचें पर्यवसान विश्वाच्या निरनिराळ्या भागांत निरनिराळे गोल उत्पन्न होण्यांत होऊन या गोलांच्या परस्परांतील आकर्षणशक्तीच्या समतोलपणामुळें त्यांनां स्थिरता प्राप्त झाली.

"परंतु सृष्टींत आकर्षणशक्तीशिवाय दुसरीहि एक शक्ति कार्य करीत असते;व तिचें अस्तित्व विशेषतः अत्यंत सूक्ष्म अवस्थेंत असणाऱ्या कणांच्या बाबतींत अधिक दिसून येतें. वायुरूप स्थितींत असलेल्या पदार्थांचे कण एकमेकांस दूर लोटीत असतात तें याच शक्तीमुळें होय. या प्रतिसारक शक्तीचाच गुरुत्वाकर्षण शक्तीशीं संयोग होऊन विश्वांत आढळून येणारी चक्राकार गति उत्पन्न होते. प्रथमतः एखाद्या जड कणाच्या आकर्षणामुळें आसपासचे कण त्यांत येऊन मिळतात, व जसजसें त्याच्या सभोंवतीं जमत असलेलें द्रव्य वाढत जातें तसतशी त्याची आकर्षणशक्ति वाढत जाऊन त्याचा आकार लवकर लवकर वाढूं लागतो. शेवटीं मध्यगत पदार्थाचें द्रव्य पुरेसें वाढलें म्हणजे त्याकडे सरळ रेषेंत पडत असलेले कण उपर्युक्त प्रतिसारक शक्तीमुळें एका बाजूस वळून त्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालूं लागतात; व आकर्षणशक्ति व प्रतिसारणशक्ति या एकमेकींच्या बरोबर झाल्यानें त्यांची प्रदक्षिणेची क्रिया तशीच अव्याहत चालू राहते."

कांटच्या वरील उपपत्तींत कित्येक गोष्टींचें समाधानकारक स्पष्टीकरण झालेलें नाहीं. त्याच्या या उपपत्तीनें सूर्याच्या उपपत्तिसंबंधीं कांहींसा उलगडा होत असला, तरी विश्वांतील द्रव्याचें निरनिराळ्या ठिकाणीं घनीभवन होऊन निरनिराळ्या सूर्यमाला कां उत्पन्न झाल्या; या सूर्यमालांत ग्रह निर्माण झाले, ते बफन म्हणतो त्याप्रमाणें धूमकेतूंच्या आघातामुळें झाले, किंवा डार्विन म्हणतो त्याप्रमाणें सूर्याच्या द्रव्यांत ज्वालामुखी सदृश कांहीं तरी क्रिया होऊन झाले;व या दोहोंपैकीं कोणतीहि कल्पना घेतली तरी सर्व ग्रहांच्या कक्षा जवळ जवळ एका पातळींत कां आल्या या गोष्टीची कारणमीमांसा लागत नाहीं.

लाप्लासनें कांटच्या तेजोमेघोपपत्तींत केलेली सुधारणा.—कांटच्या विश्वोत्पत्तिविषयक उपपत्तींत सुधारणा करून तिला पूर्णावस्थेस पोहोंचविण्याचें श्रेय लाप्लास व लॅग्रेंज या दोन गणितज्ञांस आहे. तथापि लाप्लास यानें लॅग्रेंजच्या शोधांचा उपयोग करून घेऊन अठराव्या शतकाच्या अखेरीस ही उपपत्ति आपल्या 'मेकॅनिक्स सिलेस्ची' नामक ग्रंथांत सांगोपांग पुढें मांडल्यामुळें ती आज लाप्लासच्याच नांवानें प्रसिद्ध आहे. लाप्लासच्या विवेचनाचा सारांश पुढें दिल्याप्रमाणें आहे.

"विश्वोत्पत्तिविषयक चमत्कारांचा उलगडा करण्यास आपल्याजवळ आधारभूत म्हणून पांच गोष्टी आहेतः (१) सर्व ग्रह जवळ जवळ एकाच पातळींत आणि एकाच दिशेनें सूर्याभोंवतीं फिरत असतात; (२) या ग्रहांचे उपग्रह देखील मूळ ग्रह ज्या दिशेनें सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालतात त्याच दिशेनें आपआपल्या ग्रहाभोंवतीं फिरत असतात; (३) ज्या दिशेनें ग्रहांची सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा होत असते त्याच दिशेनें त्यांचे उपग्रह व स्वतः सूर्य देखील स्वतःच्या अक्षाभोंवतीं फिरत असतो; (४) ग्रह व त्यांचे उपग्रह यांच्या कक्षांची केंद्रच्युति फारच थोडी आहे; आणि (५) धूमकेतूंचे मार्ग इतके केंद्रच्युत असतात कीं, जणूंकाय ते केवळ स्वेच्छेनेंच आकाशांत परिभ्रमण करीत असतात.

" बफन म्हणतो त्याप्रमाणें जर निरनिराळे ग्रह निरनिराळ्या काळीं धूमकेतूंच्या आघातांमुळें सूर्यापासून निघाले असतील, तर ते सर्व एकाच दिशेनें सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा घालतील; व त्यांच्या कक्षा देखील जवळ जवळ एकाच पातळींत असतील. परंतु यावरून हे सर्व ग्रह आपल्या स्वतःभोंवतीं देखील त्याच दिशेनें फिरत राहतील असें निष्पन्न होत नाहीं. शिवाय, एका गोलाभोंवतीं प्रदक्षिणा घालीत असलेला दुसरा गोल जर एकदां मध्यगत गोलास चाटून गेला तर पुढें प्रत्येक प्रदक्षिणेच्या वेळीं तो त्या गोलास पूर्वीप्रमाणेंच चाटून जावयास हवा. गोलासंबंधीं हा नियम सूर्योतील द्रव्यास पूर्णपणें जरी लागू नसला, तरी बफनच्या उपपत्तीप्रमाणें सूर्यापासून निघालेल्या द्रव्याच्या कक्षेची केंद्रच्युति या नियमानुसार, बरीच असली पाहिजे, हें निर्विवाद आहे. परंतु सूर्याभोंवतीं फिरणाऱ्या ग्रहांची केंद्रच्युति तर फारच थोडी आढळून येते. तेव्हां ग्रहांच्या गतींचें स्पष्टीकरण या उपपत्तीनें समाधानकारक होऊं शकत नाहीं हें उघड आहे.

" यावरून असें दिसून येईल कीं सर्व ग्रह आपआपल्या ठिकाणींच तयार झाले असले पाहिजेत. व ज्या अर्थी हे ग्रह सूर्यापासून फार दूर दूर आहेत, त्या अर्थी ज्यापासून त्यांची उत्पत्ति झाली तें सूर्याचें द्रव्य आरंभीं प्रवाही स्थितींत त्या सर्वांनां व्यापून असलें पाहिजे. प्रवाही स्थितींत असलेलें हें सूर्याचें आदिस्वरूप आरंभापासून स्वतःभोंवतीं फिरत होतें अशी कल्पना केली, तर त्यापासून निघालेले ग्रह आज सूर्याभोंवतीं एकाच दिशेनें कां प्रदक्षिणा करीत आहेत याचा खुलासा होतो.

" आज आपणांस आकाशांत केंद्रस्थानीं लहानशी तारा असलेले जे तेजोमेघ दृष्टीस पडतात, ते या सूर्याच्या पूर्वस्थितीचे निदर्शक आहेत. तारकायुग्में हें तेजोमेघाचें दोन केंद्रांभोंवतीं घनीभवन होऊन झालेलें स्वरूप आहे; व हेंच घनीभवन अनेक केंद्रांभोंवतीं झालें तर कृत्तिकानक्षत्रासारखे तारकागुच्छ उत्पन्न होतात.

" सूर्याचें हें वातावरण अत्यंत दूरवर पसरलेलें होतें तरी त्यास कांहीं मर्यादा होती. ही मर्यादा म्हणजे ज्या ठिकाणीं अक्षभ्रमणमूलक केंद्रोत्सारण शक्ति कणाच्या वजनाइतकी (त्यावरील गुरुत्वाकर्षणाइतकी) होते ते विंदू होत. सूर्यद्रव्यांच्या किरणविसर्जनामुळें सूर्याच्या वातावरणांतील कण जसजसे त्याच्या मध्यबिंदूच्या अधिकाधिक जवळ आले तसतशी क्षेत्रफळाच्या नियमाप्रमाणें त्यांची मध्यगत केंद्राभोंवतीं फिरण्याची गति अधिकाधिक वाढली. आरंभीं सूर्याचें वातावरण सर्वांत बाहेर असलेल्या ग्रहाच्या कक्षेपावेतों पसरलेलें होतें असें मागें सांगितलेंच आहे. मध्यगत सूर्याची अक्षभ्रमणगति वाढल्यामुळें, बाहेरील कांहीं द्रव्य या अंतिम मर्यादेपाशींच मागें राहिलें व याच कारणामुळें सूर्याचें संकोचन होत असतांना त्याच्या द्रव्याची निरनिराळीं कडीं निरनिराळ्या काळीं निरनिराळ्या अंतरांवर मागें राहिलीं. सूर्यविषुवाच्या पातळींत असलेल्या कणांवरील केंद्रोत्सारणशक्ति त्यांच्या वजनाइतकी असल्यामुळें हे कण आपआपल्या जागीं सूर्याभोंवतीं फिरत राहिले. परंतु सूर्यविषुवाच्या पातळीच्या समांतर कक्षांत फिरत असलेल्या कणांची स्थिति तशी नव्हती, व म्हणून हळूहळू हे कण सूर्यविषुवाच्या पातळींत येऊन मिळाले.

" वरील क्रियेनें सूर्यविषुवाच्या पातळींत फिरत असलेलीं अशीं निरनिराळीं कडीं कशीं तयार झालीं हें आपल्या ध्यानांत आलें. यांपैकीं प्रत्येक कड्यांतील निरनिराळे कण आरंभीं जरी निरनिराळ्या गतींनीं फिरत असले तरी त्यांच्या आपआपसांतील आकर्षणामुळें व घर्षणामुळें त्यांनां शेवटीं सारखीच वर्तुल-गति प्राप्त होईल व त्यायोगें कड्याच्या बाहेरील सूर्यापासून दूर असलेल्या कणांची वास्तविक गति त्यांच्या पेक्षां अधिक जवळ असलेल्या कड्यांच्या आंतील कणांपेक्षां अधिक होईल. या कड्यांतील कणांचें घनीभवन जर नियमित रीतीनें झालें असतें, तर आज आपणांस सूर्यापासून निरनिराळ्या अंतरांवर निरनिराळीं कडीं फिरतांना दिसलीं असतीं. अशा प्रकारची क्रिया झाल्याचें निदान एक तरी उदाहरण आपल्या सूर्यमालेंत आहे. शनीचीं कडीं हें तें उदाहरण होय.

" परंतु या कड्यांतील सर्वच कण सारखेच जड असतील असें नाहीं. त्यांच्यापैकीं जे अधिक जड असतील, ते आसमंतांतील हलके कण आकर्षून घेतील, व त्यामुळें निरनिराळ्या केंद्रांभोंवतीं निरनिराळे गोळ तयार होऊन ते मूळ कड्याच्या मार्गांत सूर्याभोंवतीं फिरूं लागतील. मंगळ आणि गुरु यांच्या दरम्यान फिरत असलेले ग्रहखंड (लघुग्रह) यांनां अशा तऱ्हेनें तयार झालेले ग्रह म्हणतां येईल. परंतु आपल्या सूर्यमालेंत लघुग्रहांशिवाय दुसऱ्या कोणत्याहि ग्रहाची घनीभवनक्रिया याच अवस्थेंत थांबली नाहीं. एकाच कक्षेंत फिरत असलेले निरनिराळे ग्रहखंड गुरुत्वाकर्षणामुळें एक होऊन त्यांपासून एक एक ग्रह तयार झालेला आढळून येतो. या ग्रहांची आंतल्या कणांची गति बाहेरच्या कणांच्या गतीपेक्षां कमी असल्यामुळें ज्या दिशेनें ते सूर्याभोंवतीं फिरत होते त्याच दिशेनें स्वतःभोंवतींहि फिरूं लागून त्यांनां हल्लींची अक्षभ्रमणगति प्राप्त झाली आहे.

" धूमकेतू हे सूर्यमालेचे अंश नसल्यामुळें त्यांनां वरील नियम लागू होणार नाहींत. धूमकेतूंच्या कक्षा क्रांतिवृत्ताच्या पातळींत नसतात व त्यांच्या कक्षांची केंद्रच्युति बरीच आढळून येते याचें हेंच कारण होय."

वर दिलेलें लाप्लासचें तेजोमेघमत अखेर खरें ठरो, किंवा खोटें ठरो, त्यामुळें आकाशस्थ गोलांच्या गतिस्थितीचें आज समाधानकारक रीतीनें स्पष्टीकरण होऊं शकतें यांत संशय नाहीं.

लघुग्रह.—१८०१ सालच्या पाडव्याला पिआझी ह्या इटालियन ज्योतिर्विदानें एका नवीन ताऱ्याचा शोध लाविला.

प्रजापति हा उल्का असावा असा प्रथम ज्याप्रमाणें हर्शेलचा तर्क होता, त्याप्रमाणेंच ह्या वेळींहि घडलें. परंतु हळूहळू असें निदर्शनास आलें कीं, हा एक छोटेखानी ग्रह असून गुरु आणि मंगळ यांच्या मध्यस्थानीं तो आहे. सीरेस हें त्याला नांव देण्यांत आलें. गुरु आणि मंगळ ह्यांच्या मधील अफाट अंतरांत एखादा ग्रह असावा असा पुष्कळांचा तर्क होता. ह्यामुळें पिआझीच्या शोधानें विशेषसें आश्चर्य कोणाला वाटलें नाहीं. परंतु पुढील सालांत डॉक्टर ऑल्वर्स ह्याला जेव्हां समानावस्थित आणखी एक ग्रह सांपडला तेव्हां लोकांनां फार अचंबा वाटला. अंतःस्फोट किंवा उल्कापात ह्यामुळें भंगलेल्या एखाद्या ग्रहाचे, सीरेस आणि हा नवीन तारा पॅलस, हे खंड असावे असा ऑल्वर्सनें कयास बांधिला. हर्शेलची ह्या म्हणण्याला मान्यता मिळाली, आणि 'ग्रहखंड' (लघुग्रह) हें नांव त्यांनां देण्यांत आलें. १८०४ मध्यें लिलेन्थाल ह्या ग्रहखंडाचा शोध लागून हे ग्रहखंड अंतःस्फोटजन्य आहेत ह्या मताला मान्यता मिळाली. १८०७ मध्यें आणखी एक ग्रहखंड सांपडून ह्या शेवटल्या जोडीला जूनो आणि व्हेस्टा अशीं नांवें अनुक्रमें देण्यांत आलीं. १८४५ सालांत हेंक ह्या संशोधकाला एक नवीन ग्रहखंड सांपडेपर्यंत ह्या कामाला जरी मंदी आली होती तरी तदुत्तर कालांत ह्या ग्रहखंडांचें अगदीं भरपल्ला पीक येत आहे. हे ग्रहखंड अंतःस्फोटजन्य आहेत हें मत जरी कांहीं काळ टिकून राहिलें तरी अलीकडे तें मागें पडलें असून, हे लघुग्रह म्हणजे विश्वाच्या मूलद्रव्याचीं मंडलें आहेत, सूर्यमालेंतील अन्य ग्रहांप्रमाणें ते सूर्योत्क्षिप्त आहेत, आणि गुरूच्या संक्षोभामुळें त्यांचें एकीकरण झालें नाहीं असें आजचें मत आहे.

वरुणाचा शोध.—प्रजापति हा ग्रह पूर्वनिर्णित मार्गाच्या बाहेर हळूहळू पडलेला दिसेपर्यंत, प्रजापतीच्या पलीकडे एखादा ग्रह असेल असा कोणाला संशयहि आला नव्हता. प्रजापतीच्या पलीकडील ग्रहाबद्दल मोघम भविष्य बेसेलनें १८४० सालीं केलें. जॉन कूच अॅडम्स ह्या इंग्रज संशोधकाच्या आणि लेव्हेरिअर ह्या फ्रेंच गणित्याच्या शोधांनीं ह्याचा स्थलनिर्णय झाला. अॅडम्स कामाला अगोदर लागून त्यानें स्थलनिर्णय केला होता; परंतु त्याला उत्तेजन न मिळाल्यामुळें त्याचे शोध मातीमोलाचे ठरले. लेव्हेरिअरला आपल्या गणिताची खात्री वाटून प्रजापतीच्या संक्षोभकाचा शोध आकाशाच्या अमुक भागांत करा असें त्यानें बर्लिनच्या वेधशाळेंतील संशोधक डॉक्टर गॉल ह्यांस कळविलें. ह्या निर्दिष्ट स्थलाच्या अगदीं जवळच वरुण असल्याचें दृष्टोत्पत्तीस आलें. ह्यानंतर लेव्हेरिअर ह्यानें बुधसंक्षोभावरून गणितानें असें ठरविलें कीं "व्हल्कन" ह्या नांवाचा एक ग्रह असला पाहिजे. हा व्हल्कन आणि वरुणाच्या पलीकडे असावे असें मानिलेले कित्येक ग्रह अद्याप सांपडले नाहींत. सात उपग्रहांचा शोध लागला ही १९ व्या शतकांतील महत्त्वाची गोष्ट होय. प्रो. हॉल ह्यांनीं शोधून काढिलेले मंगळाचे उपग्रह देखील फार महत्त्वाचे आहेत.

शनीचीं कडीं.—१८५० सालीं बॉंड आणि डॉवेस ह्यांनीं एकदम लाविलेला शनीच्या आंतल्या कड्याचा शोध महत्त्वाचा आहे. हें कडें भरीव असेल असें लाप्लासचें मत होतें. हें कडें जर भरींव असेल तर वजनामुळें तें पडेल ह्या मुद्दयावर पिअर्स ह्या अमेरिकन प्रोफेसरानें लाप्लासचें मत खंडण केलें. प्रो. क्लार्क-मॅक्स्वेल ह्यानें असें ठरविलें कीं, हें कडें म्हणजे उल्काकणसंघ आहे. ह्या विवरणानें लोकांची खात्री पटली, आणि हा घोटाळा संपला.

चंद्रासंबंधीं अभ्यास.—या काळांतील सर्वांत जास्त कुतूहलोत्पादक शोध म्हणजे चंद्रासंबंधीं होत. चंद्र हा ग्रहणांच्या क्षेत्रांत, गणितानें ज्या वेळेस तो यावयास पाहिजे त्याच्या किंचित् अगोदर प्रवेश करतो ही गोष्ट ध्यानांत येऊन बरेच दिवस झाले होते; चंद्राचा हा अनियमितपणा पाहून ज्योतिषी गोंधळून गेले होते. परंतु सरते शेवटीं लाप्लास व लॅग्रेंज यांनीं या गोष्टीचें असें स्पष्टीकरण दिलें कीं, हा फरक होण्याचें कारण पृथ्वीच्या अक्षास एक प्रकारची पिंग्यासारखी सूक्ष्म गति आहे हें होय. इ. स. १८५३ पावेतों ही समजूत अशीच कायम होती; परंतु त्या सालीं वरुण ग्रहाचा शोध लावणारा प्रो. अॅडम्स यानें लाप्लासचें सर्व गणित पुन्हां करून असें दाखविलें कीं, पृथ्वीच्या आंसाच्या (म्ह० कक्षेच्या) पिंग्यासारख्या गतीमुळें चंद्राच्या गतिवर्धनांतील अर्ध्या भागाचा मात्र उलगडा होऊं शकतो. अर्थात् राहिलेलें अर्धें गतिवर्धन कोणत्या कारणामुळें होतें असा प्रश्न ज्योतिष्यांपुढें पुन्हां उपस्थित झाला. परंतु लवकरच नंतर हेल्म हॉल्ट्झ नामक भौतिक शास्त्रज्ञानें असें सुचविलें कीं, समुद्रावरील लाटांच्या घर्षणामुळें पृथ्वीच्या अक्षभ्रमणाची गति दिवसानुदिवस अतिशय सूक्ष्म प्रमाणांत कमी होत आहे. अर्थात् ग्रहणक्षेत्रांत चंद्र अगोदर येण्याचें कारण चंद्राची गति दिवसानुदिवस वाढत आहे हें नसून पृथ्वीचें अक्षभ्रमण मंदमंद होत चालल्यामुळें दिवसाचा काल सूक्ष्म प्रमाणांत वाढत आहे. म्हणजे महिना लहान होत नसून दिवस मोठा होत आहे हें होय.

उपर्युक्त कारणमीमांसेमुळें आपल्या ग्रहमालेचा सातत्यभंग होण्याबद्दल जी भ्रांति वाटत होती ती दूर झाली असें प्रथमदर्शनीं वाटतें. परंतु लाटांच्या घर्षणामुळें होत असलेला हा फरक दिवसेंदिवस वाढतच जाणार; व दुसऱ्या कांहीं प्रतिक्रियेमुळें जर तो भरून काढतां आला नाहीं तर तो दिवसेंदिवस अधिकाधिकच सांचत जाईल. याचा परिणाम पुढें काय होणार याबद्दल प्रो. डार्विन यानें इ. स. १८७९ त आपला कयास प्रसिद्ध केला. त्यानें असें दाखविलें कीं, वेलाजन्य घर्षणामुळें पृथ्वीची अक्षभ्रमणगति कमी होत आहे इतकेंच नाहीं तर त्यायोगें चंद्र देखील पृथ्वीपासून मळसूत्राकार कक्षेंत बाहेर लोटला जात आहे. अर्थात् चंद्र हा हल्लींपेक्षां पूर्वीं पृथ्वीच्या आधिक जवळ असला पाहिजे; व एके काळीं तर तो पृथ्वीलाच चिकटून असला पाहिजे. याचा

अर्थ असा कीं, चंद्र हा एक बाहेर फेकला गेलेला पृथ्वीचाच तुकडा आहे. ज्या वेळीं चंद्र पृथ्वीपासून दूर झोंकला गेला, तेव्हां तिची अक्षप्रदक्षिणा दोनपासून चार तासांच्या दिवसांत होत होती.

चंद्राचें भवितव्य—पृथ्वीचा दिवस वाढत वाढत आतां चोवीस तासांचा झाला आहे. व चंद्रहि आपल्यापासून जवळ जवळ अडीच लक्ष मैल दूर गेला आहे. परंतु ही क्रिया ग्रेयेंच थांबावयाची नाहीं. या क्रियेमुळें कांहीं काळानें आपला दिवस एक महिन्याइतका मोठा होईल; चंद्राच्या आकर्षणामुळें समुद्रास येणारी भरतीओहोटी पूर्णपणें थांबेल; व चंद्राची ज्याप्रमाणें एकच बाजू नेहमीं आपल्या पृथ्वीकडे वळलेली असते, त्याप्रमाणें पृथ्वीची देखील नेहमीं तीच बाजू चंद्राकडे वळलेली राहील. याहूनहि आधिक दूरच्या भविष्यकाळांत आपण दृष्टि फेकली तर कदाचित् आपणांस असें आढळून येईल कीं, सूर्याच्या आकर्षणामुळें अद्यापहि चालू राहिलेला समुद्राच्या भरतीओहोटीचा अंश पृथ्वीच्या अक्षभ्रमणगतीस आणखीहि कमी कमी करीत शेवटीं तिचा दिवस वर्षाइतका मोठा करील. या अवधींत चंद्र बाहेर लोटला जाण्याची क्रिया बंद पडून तो पुन्हां मळसूत्राकार कक्षेंत पृथ्वीकडे येऊं लागेल, व अखेर तो पृथ्वीवर आदळून प्रलयकालसदृश उत्पात होऊन त्याचा अंत होईल.

वरील उपपत्ति खरी असो, किंवा खोटी असो, एवढें मात्र खास कीं, अठराव्या शतकांतील ज्योतिषी ज्याप्रमाणें आपल्या ग्रहमालेची उपपत्ति सहा हजार वर्षांपूर्वी झाली असून ती पुढें मात्र अनंत काळपर्यंत टिकणारी आहे असें प्रतिपादन करीत असत, त्याप्रमाणें अर्वाचीन पंडित म्हणणार नाहींत. आधुनिक पंडितांच्या मतें आपली ग्रहमाला निर्माण होऊन केवळ सहस्रावधीच नव्हे तर लक्षावधि वर्षें झालीं असून पुढें तिचा लक्षावधि वर्षें नाश होणार नाहीं. तथापि ती उत्पत्ति, वाढ व नाश या निसर्गाच्या नियमित अवस्थांस अपवाद आहे असें मात्र ते समजत नाहींत. सृष्टींतील इतर वस्तूंप्रमाणें तिचाहि अखेर नाश व्हावयाचाच हें ते निश्चित समजतात.

धूमकेतु.—चंद्र हा कधीं काळीं आपल्या पृथ्वीचा नाश घडवून आणील अशी कोणास पूर्वी शंकाहि आली नव्हती. आकाशांतील ज्या ज्योतीकडे लोक शेंकडों वर्षांपासून साशंक दृष्टीनें पहात आले आहेत अशी ज्योति म्हटली म्हणजे धूमकेतु हीच होय. या भटकणाऱ्या ज्योतीचें दर्शन दुष्काळ, सांथ इतकेंच नव्हे तर पृथ्वीचा नाश देखील सूचित करतें अशी अनंत काळापासून लोकांची समजूत आहे. धूमकेतु हे आतषबाजींतील नळ्याच्या फवाऱ्याप्रमाणें कोट्यवधि मैल लांब असलेल्या आपल्या शेंपटाचें लटांबर बरोबर घेऊन अनंत अवकाशांतून अचानक आपल्या ग्रहमालेंत प्रवेश करितात; क्वचित् प्रसंगीं ते आपल्या दर सेकंदास तीनचार हजार मैल या वेगानें सूर्याच्या वातावरणामधून देखील प्रवास करितात. आणि नंतर अतिपरवलयाकार कक्षेंत बाहेर पडून सूर्यमालेस कायमचे सोडून जातात, किंवा अशा एखाद्या दीर्घवर्तुलाकार मार्गानें जातात कीं, त्यांची स्वकक्षेंतील प्रदक्षिणा शेंकडों किंवहुना हजारों वर्षांतहि पुरी होण्याची आशा नसते. त्यांचें शेंपूट नेहमीं सूर्याच्या विरुद्ध बाजूस असतें, व जसजसे ते सूर्यमालेपासून अधिकाधिक दूर जातात, तसतसें त्यांचें पुच्छ अधिकाधिक अंधुक होत जाऊन शेवटीं दिसेनासें होतें. असल्या या विचित्र ज्योतींच्या कपाळांवर अपशकुनी म्हणून शिक्का बसण्यास त्यांच्या आगमनाच्या सुमारास एखादा जरी दुष्काळ पडला, किंवा एखादें जरी भारती युद्ध झालें तरी तेवढें बस होतें.

धूमकेतूंच्या प्रदक्षिणाकालांतील नियमबद्धतेचें अवगमन.—इ. स. १६८० च्या धूमकेतूची प्रदक्षिणा केप्लरच्या नियमानुसारेंच सूर्याभोंवतीं होत असते असें जेव्हां न्यूटननें सिद्ध केलें, तेव्हां या दैवी दूतांच्या दबावास बराच धक्का पोहोंचला. व इ. स. १७५८ त जेव्हां तोच धूमकेतु हॅलेनें भविष्य केल्याप्रमाणें पाऊणशें वर्षें बाहेर भटकून पुन्हां आपल्या सूर्यमालेंत परत आला, तेव्हां तर धूमकेतू या कांहीं असामान्य ज्योती नसून इतरांप्रमाणेंच त्याहि सृष्टिनियमांनीं बांधलेल्या आहेत असें पूर्णपणें सिद्ध झालें. तथापि पूर्वापार चालत आलेल्या समजुती एका दिवसांत नष्ट होणें शक्य नसतें. यानंतरहि आणखी एक शतकपर्यंत पाश्चात्य राष्ट्रांत धूमकेतूसंबंधाची भीति तशीच कायम राहिली. या ढोंगी देवदूताच्या वास्तविक स्वरूपाचें पूर्णपणें आविष्करण करून तो आपल्या पूर्वजांस कसा फसवीत आला हें दाखविण्याचें काम एकोणिसाव्या शतकांतील ज्योतिष्यांनीं केलें.

धूमकेतूच्या पुच्छाची घटना.—एकोणिसाव्या शतकाच्या आरंभीं डॉ. ऑल्वर्स या प्रसिद्ध ज्योतिष्यानें आपलें असें मत प्रसिद्ध केलें कीं, ज्या पुच्छामुळें धूमकेतूची इतके दिवस लोकांस भीति वाटत होती, तें पुच्छ अत्यंत विरल अशा धुक्याचें बनलेलें असून त्यांतील वाफ, सूर्यामुळें विद्युत्प्रतिसारणासारखी कांहीं तरी क्रिया होऊन, धूमकेतूच्या शरीरापासून प्रकाशगतीनें दूर लोटली जात असते. ऑल्वर्सच्या मागून सुमारें अर्ध शतकपर्यंत ही उपपत्ति कमी अधिक प्रमाणांत अनिश्चित स्थितींतच राहिली. परंतु पुढें झूलनर व विशेषतः मास्कोच्या वेधशाळेंतील ब्रेडिशिन यांनीं तिचें सांगोपांग विवरण करून तिला आजचें सर्वमान्य स्वरूप आणून दिलें. आजच्या सर्वसंमत उपपत्तीप्रमाणें धूमकेतु व सूर्य यांच्यामध्यें एकाच प्रकारची विद्युत् जागृत झालेली असते; व त्या योगें ते एकमेकांचें प्रतिसारण करतात. धूमकेतूच्या मुख्य भागाच्या बाबतींत, या प्रतिसारणशक्तीपेक्षां गुरुत्वाकर्षणशक्तीच अनेक पटींनीं अधिक असल्यामुळें, तिचा परिणाम केवळ धूमकेतूवरील वायुरूप असलेल्या पदार्थांवरच होतो; कारण, गुरुत्वाकर्षणशक्तीप्रमाणें विद्युच्छक्ति ही अंतर्गत द्रव्याच्या प्रमाणांत वाढत नसून पदा-

र्थाच्या पृष्ठफळाच्या प्रमाणांत वाढत असते. ब्रेडिशिन यानें या पुच्छांचा काळजीपूर्वक अभ्यास करून असें दाखविलें कीं, बहुतेक सर्व प्रकारच्या पुच्छांत उज्ज वायु, त्याचा कर्ब-द्रव्याशीं संयोग होऊन बनणारे निरनिराळे पदार्थ व लोह-बाष्प हींच मुख्यत्वेंकरून घटकद्रव्यें असतात. विच्छिन्न-किरणदर्शकाच्या साहाय्यानेंहि धूमकेतूच्या पुच्छांत हींच घटकद्रव्यें आढळून आलीं आहेत.

उपर्युक्त उपपत्ति सोडून दिली तरी धूमकेतूच्या पुच्छाचा विरलपणा आतां निर्विवाद सिद्ध झालेला आहे. एकोणि-साव्या शतकांत दोनदां (इ. स. १८१९ व १८६१ सालीं) आपली पृथ्वी या धूमकेतूच्या पुच्छांतून गेली होती व एकदां तर ती या पुच्छाच्या द्रव्यांत सुमारें तीस लक्ष मैल बुडाली होती. परंतु त्यापासून आपणांस कांहींच अपाय झाला नाहीं. कांहींजणांनां त्यायोगें आपल्या पृथ्वीच्या वातावरणांत एक प्रकारचा रक्तिमा आलेला दिसला एवढेंच काय तें !

पुच्छहीन धूमकेतू.—लोकांनां भयावह वाटणाऱ्या या धूमकेतूंस मानहानिकारक होणारा असा दुसरा महत्वा-चा शोध म्हटला म्हणजे, सूर्याजवळून धूमकेतु जात असतां सूर्य त्याच्या पुच्छाचा कांहीं भाग हरण करतो हा होय. ज्या ज्या वेळीं धूमकेतु सूर्याजवळून जातो, त्या त्या वेळीं त्याचें पुच्छ थोडें थोडें झडत असतें; व असे प्रसंग अनेकवार आले तर ज्यामुळें धूमकेतूस त्याचें भव्य स्वरूप प्राप्त होतें, तें पुच्छच सर्वचें सर्व नष्ट होतें. गुरु व त्याच्या पलीकडील दुसरे ग्रह यांनीं आपल्या आकर्षणशक्तीनें सूर्यमालेंत खेंचून आणिलेल्या अनेक धूमकेतूंची अशी स्थिति झाली आहे. अठराव्या शतकांतील ज्योतिष्यांनां अशा प्रकारचे अनेक पुच्छहीन धूमकेतू ठाऊक होते. परंतु त्यांनां तशी स्थिति प्राप्त होण्याचें कारण मात्र या ज्योतिष्यांस सांगतां येत नव्हतें. यांपैकीं कांहीं धूमकेतूंचा आपल्या सूर्यमालेशीं अत्यंत निकट संबंध जडलेला आहे, ही गोष्ट देखील त्या वेळीं कोणास ठाऊक नव्हती. इ० स० १८२२ त जर्मन ज्योतिषी 'एनके' यानें पुढें त्याच्याच नांवानें प्रसिद्धीस आलेला एक धूमकेतु पुन्हां शोधून काढून, त्याचा प्रदक्षिणा-काल सुमारें साडेतीन वर्षेंच आहे असें प्रथम दाखविलें. यानंतर थोडक्याच वर्षांनीं बीला यानें अजमासें सहा वर्षांत प्रदक्षिणा पूर्ण करणारा व पुढें त्याचेंच नांव प्राप्त झालेला असा दुसरा एक धूमकेतु शोधून काढिला. याशिवाय आणखी दोन लघुप्रदक्षिणाकाल धूमकेतूंचा गेल्या शतका-च्या पूर्वार्धांत शोध लागला; परंतु पुढें असें आढळून आलें कीं अशा प्रकारचे धूमकेतू अनेक आहेत. जवळ जवळ वीस धूमकेतू असे आहेत कीं, प्रचंडाकृति गुरूच्या आक-र्षणामुळें त्यांच्या कक्षेचीं दीर्घवर्तुळें शनीच्या कक्षेपलीकडे जाऊं शकत नाहींत. हे धूमकेतू ग्रहमालेशीं इतके एक-जीव झाले आहेत कीं, ग्रहांच्या दिशेनेंच तेहि सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करीत असतात, व त्यांचीं कक्षावृत्तेंहि ग्रहकक्षांप्रमाणेंच क्रांतिवृत्ताशीं फारसा मोठा कोन करीत नाहींत.

धूमकेतूंचें भवितव्य.—अतिपरवलयाकार कक्षेंतून-खेंचून आणून, व त्यांच्या भव्य पुच्छांचें हरण करून ग्रहमा-मालेंत अडकवून ठेविलेल्या या धूमकेतूंचा आकार पूर्वीच्या मानानें बराच कमी झालेला असला, तरी अद्यापहि त्यांचा विस्तार कित्येक लक्ष मैल सहज भरूं शकेल. परंतु त्यांच्या आकाराच्या मानानें त्यांचें द्रव्य मात्र फारच थोडें असलें पाहिजे. ही गोष्ट ग्रहमालेंतील गोल त्यांनां आपल्या आक-र्षणशक्तीनें इच्छेनुरूप अडकवून ठेवूं शकतात यावरूनच स्पष्ट होण्यासारखी आहे. सूर्य व त्याभोंवतीं फिरणारे ग्रह या धूमकेतूंनां परस्परविरुद्ध दिशांनीं इतक्या जोरानें आक-र्षण करीत असतात कीं, या धूमकेतूंचे कालांतरानें तुकडे तुकडे होऊन ते नष्ट होणार यांत तिळमात्रहि संदेह नाहीं.

धूमकेतु व उल्का यांचा संबंध.—अशाच प्रकारच्या एका धूमकेतूची वर सांगितल्याप्रमाणें अवस्था झालेली ज्योतिर्विदांनीं आपल्या डोळ्यांनीं पाहिलेली आहे. इ. स. १८३२ त बीलाचा धूमकेतु पृथ्वीच्या अत्यंत जवळून गेला. या वेळीं तज्ज्ञ लोकांत बरीच खळबळ उडाली, परंतु त्याशिवाय पृथ्वीवरील लोकांस या धूमकेतूपासून अधिक कांहीं अपाय झाला नाहीं. यानंतर हा धूमकेतु पुन्हां दुर्बिणीच्या आटोक्यांत आला तेव्हां त्याचे दोन तुकडे झालेले आढळून आले. सहा वर्षांनंतर हे तुकडे एकमेकांपा-सून लक्षावधि मैल वेगळे झालेले दिसून आले. पुढें १८५२ त जेव्हां हा धूमकेतू ग्रहमालेंत यावयाचा होता, त्या वेळीं त्याचा मागमूसहि ज्योतिष्यांस आढळून आला नाहीं.

धूमकेतूच्या या तुकड्यांचें काय झालें हें त्या वेळीं नक्की कोणास कळलें नव्हतें; परंतु लवकरच पुढें ज्योतिषी लोक उल्कांचा अभ्यास करण्यांत गुंतले असतां त्यांनां या प्रश्नाचें उत्तर मिळालें. येल येथील प्रो. न्यूटन व केंब्रिज येथील प्रो. अडॅम्स यांनीं (जिचें प्रो. न्यूटन यानें तेहेतीस वर्षांनीं होणार म्हणून अगोदर भविष्य वर्तविलें होतें त्या) इ. स. १८६६ च्या नोव्हेंबर महिन्यांत झालेल्या उल्कावृष्टी-चा अभ्यास करून असें दाखविलें कीं, इतर ग्रहांप्रमाणें उल्कांचे देखील निरनिराळे समूह सूर्याभोंवतीं दीर्घवर्तुलाकार मार्गांत प्रदक्षिणा करीत असतात.

याच सुमारास स्किआपारेल्लि नामक एका इटालियन ज्योति-ष्यानें असें दाखविलें कीं, अशा प्रकारचा एक उल्कासमूह पूर्वी वेध घेतलेल्या एका धूमकेतूच्या कक्षेंतच फिरत असतो. अशींच जेव्हां आणखी कांहीं उदाहरणें आढळून आलीं, तेव्हां उल्का-समूह हे छिन्नविच्छिन्न झालेल्या धूमकेतूंचेच तुकडे असले पाहिजेत, अशी ज्योतिर्विदांनां शंका येऊं लागली; व इ० स० १८७२ त आपली पृथ्वी बीला धूमकेतूच्या कक्षेंतून जात असतांना जेव्हां तिजवर उल्कावृष्टि झाली, तेव्हां हें अनु-

मान सप्रमाण सिद्ध होऊन उल्कांच्या मुळाबद्दल कोणासहि शंका राहिली नाहीं.

उल्का व त्यांचें स्वरूप.—अशा रीतीनें सत्य काय होतें तें शेवटीं उघडकीस आलें. जो धूमकेतु पूर्वी ग्रहमालेचाच एक भाग झाला आहे म्हणून वाटत होतें, त्याचें केवळ निरनिराळ्या कणसमूहांत रूपांतर होऊन हे कण परस्पराघातामुळें किंवा कांहीं विद्युत्क्रियेमुळें प्रकाशमान होतात असें आपणांस आढळून आलें. हे कण परस्परांपासून इतके अलग अलग झाले आहेत कीं, त्यामुळें एकंदर धूमकेतूची विरलता समुद्रसपाटीवरील हवेहून हजारों पटींनीं अधिक वाढली आहे.

ज्या मार्गानें आपली पृथ्वी प्रवास करीत असते त्या मार्गांत हे धूमकेतुजन्य कण इतके दाट पसरले आहेत कीं, प्रो॰ 'न्यू कोम' च्या अजमासाप्रमाणें पृथ्वीच्या भ्रमणांत दर रोज सुमारें दहा लक्ष टन तरी कण तिजवर येऊन पडत असावेत. डाळीच्या दाण्याहून फारसे मोठे नसलेले हे कण पृथ्वीच्या वातावरणाच्या वरच्या भागांत आल्यावर, त्यांचें ज्वलन होऊन वाफेंत:रूपांतर होतें, व आपणांस तारा तुटल्याचा भास होतो. सूर्यमालेंतील पृथ्वीसारखा एखादा लहानसा ग्रह जर धूमकेतुजन्य इतके कण आकर्षून घेऊं शकतो, तर सूर्यानें व सर्व ग्रहांनीं मिळून आत्मसात् केलेल्या धूमकेतुजन्य द्रव्याचें मान किती असेल याची केवळ कल्पनाच केली पाहिजे!

स्थिर तारका.—इ. स. १८३२ त जेव्हां बीलाचा धूमकेतु पृथ्वीच्या अत्यंत संनिध येऊन तज्ज्ञ लोकांत अत्यंत खळबळ उडून गेली होती, त्या वेळीं देखील त्याचें अंतर आपल्या पृथ्वीपासून पांच कोटी मैलांहून कमी नव्हतें. फार तर काय इ. स. १८६१ त ज्याच्या कक्षेंतून आपली पृथ्वी गेली, तो धूमकेतु देखील आपल्या पृथ्वीपासून एक कोटि चाळीस लक्ष मैल दूर होता. पृथ्वीसारख्या क्षुद्र ग्रहावर राहणाऱ्या आपणांस हीं अंतरें कल्पनातीत मोठीं वाटतात; परंतु स्थिर तारकांच्या अंतरांच्या मानानें हीं अंतरें देखील कांहींच नाहींत. आपल्या सूर्यमालेवरून दर सेकंदास शंभर मैल या वेगानें प्रवास करीत जाणारा जर एखादा धूमकेतु घेतला, व त्याच्या गतींत इतर ताऱ्यांच्या आकर्षणामुळें जर कांहीं फरक पडला नाहीं, तर त्याला आपल्यापासून सर्वांत जवळ असणाऱ्या तारेपाशीं जाऊन पोहोंचण्यास निदान एक हजार वर्षें तरी सहज लागतील. हें अंतर देखील हिच्या पुढील दहा बारा तारांचीं आपल्या पृथ्वीपासून जीं अंतरें आहेत, त्यांच्या पासंगासहि पुरण्याइतकें नाहीं. एवढ्या मोठ्या अंतरांची तज्ज्ञ लोकांस सुद्धां केवळ पुसटपुसटच कल्पना होऊं शकते. असें असूनहि अर्वाचीन ज्योतिष्यांनीं या तारकांसंबंधीं आज बरीच उपयुक्त माहिती गोळा केली आहे.

तारकयुग्मांच्या स्वरूपाचें अवगमन.—इ. स. १८०२ सालीं प्रसिद्ध ज्योतिषी हर्शेल यानें रॉयल सोसायटीस असें कळविलें कीं, वीस वर्षांपूर्वी मीं तारास्थितिपत्रक तयार केलें होतें, तेव्हांपासून कांहीं तारकायुग्मांतील तारांच्या सापेक्ष अंतरांत मला फरक झालेला आढळून आला आहे. इतके दिवस तारकायुग्म हा केवळ दृष्टिभ्रम समजला जात असे. परंतु आतां यांपैकीं निदान कांहीं तारकायुग्में तरी गुरुत्वाकर्षणानें बद्ध झालेल्या व एकमेकांभोंवतीं फिरत असलेल्या अशा जोडतारा असाव्यात असें दिसून आलें. तारकांस स्वतःची गति असते असें पाउणशें वर्षांपूर्वीच हॅले यानें दाखविलें होतें; व त्याच्या मागून आतां हर्शेल यानें अशाच प्रकारची गति इतर तारकांप्रमाणें सूर्यासहि आहे असें सिद्ध केलें.

स्थिर तारकांतील गुरुत्वाकर्षण.—उपर्युक्त हर्शेलच्या मृत्यूनंतर त्याचा एकुलता एक पुत्र जॉन हर्शेल यानें तारकायुग्मांचे वेध घेण्याचें आपल्या वडिलांचें काम तसेंच पुढें चालू ठेविलें; व जेम्स साऊथ या दुसऱ्या एका ज्योतिष्याच्या मदतीनें अनेक नवीन तारकायुग्में शोधून काढून त्यापूर्वी ज्ञात असलेल्या तारकायुग्मांच्या कक्षा निश्चित करण्यास लागणारी माहिती पुरविली. या व दुसऱ्या कित्येक ज्योतिष्यांनीं मिळविलेल्या माहितीवरून पारिस येथील साव्हारी नामक ज्योतिष्यानें इ. स. १८२७ त असें दाखविलें कीं, तारकायुग्मांच्या दीर्घवर्तुलाकार कक्षांचा गुरुत्वाकर्षणाच्या साध्या नियमानेंच खुलासा होऊं शकतो; व गुरुत्वाकर्षणाचे जे नियम सूर्यमालेंतील जड द्रव्यास लागू आहेत तेच नियम अखिल विश्वांतील जड द्रव्यावर तसेच व तितक्याच प्रमाणांत कार्य करीत असतात.

तारकागुच्छ.—अशा रीतीनें केवळ तारकायुग्मेंच संबद्ध असतात असें नाहीं, तर अनेक तारा देखील याचप्रमाणें तारकासंघांत जुटीनें राहूं शकतात.

कृत्तिकापुंज हा केवळ आभासमूलक संघ नाहीं, तर जवळजवळ अडीच हजार संयुक्त तारांचा तो एक पुंज किंवा संघ आहे. सूक्ष्म वेध घेऊन असें ठरलें आहे कीं, अतिशय दूरदूरच्या अशा तारांमध्यें देखील अनेक सूक्ष्म संबंध आहेत; आणि बाह्यतः एकाकी दिसणाऱ्या तारा देखील, हल्लींच्या वेधयंत्रांतून पाहिल्या असतां, अन्यसंयुक्त असलेल्या आढळतात. तारांच्या सांवत्सरिक लम्बनाच्या साह्याय्यानें तारकांचें अंतर ठरवितां येईल ह्या आशेनें विल्यम हर्शेल हा जोडताऱ्यांचे वेध घेत होता. परंतु तत्कालीन सामुग्रीच्या अपुरेपणामुळें हा शोध हर्शेलला तेव्हां लागला नाहीं.

जोसेफ फ्रानहोफर ह्या नेत्रशास्त्रज्ञानें वक्रीभवनीय दुर्बिणींत सर्व बाजूंनीं सुधारणा करून सूर्यमापक (हिलिऑमिटर) नामक यंत्र शोधून काढिलें. ह्यायोगें तारांचें अंतर ठरविणें सोईचें झालें. बेसेल, स्ट्रूव्ह आणि हँडरसन ह्या तिघांनीं ह्या बाबतींत पूर्वीपासूनच परिश्रम चालविले होते.

तारांचें अंतर एकदां निश्चित ठरल्यामुळें, त्यांची गति, त्यांच्या घटकद्रव्यांचें मापन, आणि निरपेक्ष तेजस्विता इतकी माहिती निश्चित स्वरूपांत मिळूं लागली. तारांच्या आकारावर त्यांची तेजस्विता फार करून अवलम्बून नसते, हें निदर्शनास आलें.

विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्राचे शोध.—प्रस्तुत यंत्र इ. स. १८५९ सालीं पूर्णावस्थेस आलें. कोणत्याहि वस्तूच्या प्रकाशाचें पृथक्करण होऊन त्या वस्तूची रासायनिक आणि भौतिक घटना कशी आहे हें ह्या यंत्रावरून कळतें. रसायन शास्त्रांतलि वहुतेक महत्त्वाचीं द्रव्यें सूर्यांत आणि इतर ताऱ्यांमध्यें वायुरूपानें आहेत असें दृष्टोत्पत्तीस आलें. अनेक शोधकांनीं हें काम पुढें चालविलें आहे. पृथ्वीवरील द्रव्यांपैकीं निम्म्याहून जास्त द्रव्यें सूर्यावर आहेत असें ठरलें असून पृथ्वीवर नाहींत अशींहि कांहीं द्रव्यें सूर्यावर असल्याचें आढळून आलें आहे. परंतु पृथ्वीवरील विद्यमान सारीं द्रव्यें संशोधकांनां सांपडलीं आहेत हें तरी कशावरून? तारांवर असलेल्या द्रव्यांपैकीं कित्येक द्रव्यें पुढेंमागें जमिनींत किंवा हवेंत सांपडण्याचा संभव आहे. किंवा आज जीं आपणांस मूलभूत तत्त्वें वाटतात त्यांचेंच उष्णतामान सूर्याइतकें वाढवितां आलें तर त्यांचें ह्या नवीन वाटणाऱ्या मूलभूत द्रव्यांत कदाचित् रूपांतर होईल. सूर्यावर मोठ्या प्रमाणांत सांपडलें म्हणून ज्यास हिलियम हें नांव देण्यांत आलें आहे, तें द्रव्य पृथ्वीवर देखील उपलब्ध आहे हें १८९५ पर्यंत शास्त्रज्ञांनां ठाऊक नव्हतें.

एक पक्षीं सूर्यादि तारे आणि पृथ्वी ह्यांवरील द्रव्यें जरी अशा रीतीनें समान आहेत, तरी उलटपक्षीं ह्या उभय ठिकाणच्या भौतिक परिस्थितींत महदंतर आहे. या तारा शीतल असून निवासयोग्य आहेत असें हर्शलचें मत होतें तें तर खोटें पडलेंच. शिवाय असें आढळून आलें कीं, अतिशय उष्ण द्रव पदार्थ किंवा घनीभवनानें द्रवावस्थेस पोंचलेले वायू ह्या तारकांवर आहेत. ह्या बावतींत सर्व तारांवर सारखी स्थिति नसून निरनिराळ्या तारकांचें उष्णमान निरनिराळें आहे. हे भेद प्रशमनाचे भिन्न भिन्न काल दर्शवितात, ह्या झल्नैरच्या म्हणण्यांत काय अर्थ असेल तो असो. परंतु ताऱ्यांचीं उष्णमानें भिन्न भिन्न आहेत ह्या सर्वसाधारण सिद्धांताला कोणीही फारशी हरकत घेणार नाहीं.

ताऱ्यांच्या भिन्न अवस्थांवरून भिन्न प्रशमनकाल सूचित होतात ह्या म्हणण्याला भौतिक शास्त्राचा पाठिंवा आहे. उल्कासंघर्ष आजच्या स्थितींत तरी अशक्य आहे. ह्यामुळें सूर्याची निर्गत कार्यशक्ति पुनः कशी संचित होत असावी ह्या प्रश्नाची समाधानकारक उपपत्ति लागेना. हेल्महॉल्ट्झच्या मतें सूर्याच्या संकोचामुळेंच ही कार्यशक्ति मुख्यतः उत्पन्न होते. आणि तसें असेल तर ही कार्यशक्ति अर्थातच मर्यादित राहील. तेव्हां आज आपल्याला अज्ञात अशा साधनाच्या योगानें ही क्षीण कार्यशक्ति जर भरून निघत नसेल तर ह्या तारका केव्हां-तरी अगदीं निष्प्रभ होतील. लॉर्ड केल्व्हिननें सूर्याच्या बावतींत ही आपत्ति ५०।६० लक्ष वर्षांनीं उपस्थित होईल असें ठरविलें आहे.

अदृश्यविषयक ज्योतिःशास्त्र.—सूर्यासंबंधींच्या वरील दुष्ट अनुमानाला कांहीं तारांची स्थिति पुराव्यादाखल मिळते. ह्या तारांचा पूर्ण विकास होऊन शेवटीं ते निष्प्रभ झाले आहेत. पृथ्वीच्या छोटेखानी उपग्रहाची स्थिति ह्या बावतींत उत्तम पुरावा देत आहे. ह्या शिवायहि पुष्कळसे निष्प्रभ तारे आहेत आणि त्यांचें अस्तित्व आतां पूर्णपणें मान्य झालेलें आहे. लम्बनाकरितां तारांचें निरीक्षण करीत असतां कित्येक तारांच्या गतिभ्रंशाचा उलगडा बेसेल ह्या शोधकाला लागेना. शोध करीत असतां, कित्येक तारांच्या शेजारीं निष्प्रभ तारे आहेत असें त्याला आढळून आलें. आणि १८४० सालीं आपलें मत त्यानें सर्वांपुढें मांडिलें. त्यानंतर वीस वर्षांनीं अल्व्हन क्लार्क ह्या संशोधकानें वरील मताचा पुरस्कार केला. तेव्हांपासून ह्या निष्प्रभ तारांच्या अस्तित्वाबद्दल कांहीं संशय राहिला नाहीं. विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्राचा ह्या शोधाला फार उपयोग झाला. त्यामुळें ह्या निष्प्रभ तारांचीं संक्रमणमार्गीय अंतरें, सापेक्ष घनता, परिभ्रमणगति वगैरे माहिती मिळूं लागली. तारांचे फोटो घेण्याच्या बावतींत जी प्रगति झाली तिचाहि ह्या शोधांनां फार आधार मिळाला. अलीकडे सबंध आकाशाचे नकाशे तयार झाले असून त्यांत पांच सहा कोटी दृश्य तारा नमूद केलेल्या असतात. इतकेंच नव्हे तर दुर्बिणींतून न दिसणारे असे फार अंतरावर असलेलेहि अनेक लक्ष तारे फोटोग्राफीनें उघडकीस आले आहेत. ह्यामुळें विश्वाचा विस्तार फार अनंत आहे हें जरी कळलें तरी त्याच्या वास्तविक स्वरूपाची व नक्की विस्ताराची कल्पना होणें गेल्या शतकापेक्षांहि अधिक कठिण वाटूं लागलें आहे.

तेजोमेघाची घटना.—नवीन यांत्रिक सामुग्रीमुळें बऱ्याच अज्ञात गोष्टी उघडकीस आल्या. तेजोमेघाचें स्थान आणि त्याची घटना यांसंबंधीं संशय दूर होऊन खरी माहिती उपलब्ध झाली आहे. नुसत्या डोळ्यांनीं फक्त तीन चारच तेजोमेघ दिसतात; परंतु ते आकाशांत सर्वत्र आहेत. विशेषतः आकाशगंगेपाशीं त्यांची संख्या फार आहे. हे तेजोमेघ देदीप्यमान प्रवाही पदार्थांचे बनलेले असून त्यांचें घनीभवन चाललेलें असतें. पुढेंमागें ह्या पदार्थांपासून तारे होतील हें हर्शलचें मत जरी अर्धशतकपर्यंत टिकून राहिलें, तरी लॉर्ड रॉसनें जे वेध घेतले त्यामुळें वरील म्हणणें लटपटूं लागलें. पुढें १८६४ सालीं डॉ॰ ह्युजिन्स ह्यानें असें ठरविलें कीं तारांचा येथें कांहीं संबंध नसून उज्जादि तेजयुक्त वायू ह्या पटलांत आहेत. कांहीं पटलांत घनरूप किंवा द्रवरूप द्रव्यें असतात हें पुढील शोधांवरून कळून चुकलें. ह्या नाना तऱ्हेच्या तेजोमेघांचें पुष्कळदां संमिश्रण होतें. तारा आणि तेजोमेघ ह्यांमध्यें पुष्कळ साम्य आहे. आणि तारांचे फोटो घेऊन असें आढळून आलें आहे कीं, पुष्कळ वेळां स्वतः ताराच तेजोमेघाच्या द्रव्यानें वेष्टिलेल्या असतात.

ह्या शोधामुळें विश्वद्वीपांच्या हर्शेलच्या कल्पनेला खो बसला आणि हे सर्व तेजोमेघ एकाच विश्वाचे अंश आहेत असें ठरलें. हे तेजोमेघ दर सेकंदाला दहा पासून अडतीस मैलांच्या गतीनें अंतराळांत संचरतात, असें प्रो. कीलर ह्यांचें अनुमान आहे.

तारांचा ह्या तेजोमेघांशीं जोडला गेलेला संबंध हर्शेलच्या शोधांचा शास्त्रीय पडताळाच होय. ह्या तेजोमेघांच्या विच्छिन्नकिरणांचें धूमकेतूंच्या विच्छिन्नकिरणांशीं विलक्षण साम्य आढळून येतें. असें म्हणतां येईल कीं हे तेजोमेघ म्हणजे विशाल व दूरवर्ती असे धूमकेतू आहेत.

लॉकिअरची उल्कामूलत्वप्रतिपादक उपपत्ति.— अलीकडे सर नॉर्मन लॉकिअर ह्यानें वरील सर्व विचारपरंपरेचा उपयोग करून विश्वोत्पत्तीविषयीं अतिशय व्यापक अशी कल्पना पुढें मांडिली आहे, उल्काकणांच्या गुरुत्वाकर्षणजन्य संघातानें प्रायः विश्वांतील सर्व चमत्कार घडतात असा ह्या मताचा निष्कर्ष आहे. तेजोमेघ हे धूमकेतुसदृश अफाट मेघ आहेत. कमी अधिक प्रमाणांत त्यांचे अणू अलग झालेले असतात व उल्कासंघातामुळें त्यांतून वायू बाहेर पडतात. गुरुत्वाकर्षणानें ह्या अणूंचे जास्त संलग्न असे समुदाय उत्पन्न होतात, घर्षण वाढतां वाढतां शेवटीं सर्व भागांचें बाष्पीभवन होतें, आणि अशानें ग्रहसदृश तेजोमेघ आणि वायुमय तारे तयार होतात. संकोचनक्रिया वाढत गेल्यानें कांहीं काळपर्यंत जास्त उष्णता आणि तेजस्विता उत्पन्न होते; परंतु पुढें या द्रव्याचें द्रवीभवन आणि घनीभवन होऊं लागून शेवटीं त्याचें निष्प्रभ तारेंत किंवा ग्रहांत रूपांतर होतें.

उल्कांच्या घनीभवनासंबंधीं ज्या निरनिराळ्या अवस्था लॉकिअर ह्यानें दर्शविल्या त्या सर्वच सर्वमान्य झाल्या आहेत असें नाहीं. दृश्य तेजोमेघ म्हणजे तारांची प्रथमावस्था हें मत रॅनयार्ड ह्याला मान्य नसून उलट तारांपासूनच त्यांचा उगम आहे असें त्याचें मत आहे. तारका बनण्यापूर्वी तेजोमेघ अदृश्य असतो असें त्याचें मत आहे. परंतु हा तपशिलाचा वाद बाजूस ठेविला तर विश्वांतील सर्व गोल सजातीय आहेत हा सामान्य सिद्धांत शास्त्रसिद्ध असल्यामुळें प्रायः बहुतेकांनां पटत चालला आहे.

तारा तेजोमेघापासून उत्पन्न झाल्या आणि ग्रह तारांपासून उत्पन्न झाले ही जी तेजोमेघउपपत्ति विच्छिन्नकिरणदर्शकयंत्र निघण्यापूर्वी उद्भवली होती, तिचाच विकास वर दिलेल्या उपपत्तींत आपल्याला दृष्टीस पडतो. तथापि लॉकिअरची उपपत्ति ह्याच्याहि पुढें गेली आहे. तेजोमेघापासून निष्प्रभ तारांपर्यंतचीं अवस्थांतरें लक्षांत घेऊन लॉकिअर पुढें असें सांगतो कीं, निष्प्रभत्व ही कांहीं या तारांची शेवटची अवस्था नाहीं. यांच्या अणूंत गति बीजरूपानें वास करीत असतेच. ह्या निष्प्रभ तारा पुढें मागें केव्हां तरी दुसऱ्या तारांवर आदळून त्यांचें तेजोमेघांत पुन्हां रूपांतर होणार हें निश्चित आहे. आणि हा तेजोमेघच पुढील विश्वांचा आरंभबिंदु ठरेल. विश्वपरंपरेचें हें अनंत चक्र कल्पनेला पटण्यासारखें आहे. ज्या घडामोडींवर विश्वाची स्थितिस्थापना आहे त्या अशा प्रकारच्या असून त्यांचें काय होणार ह्याची कल्पना मानवी बुद्धीला होणें शक्य नाहीं.

सर नॉर्मन् लॉकिअर आणि सौर रसायनशास्त्र.— सर नॉर्मन लॉकिअर हा दक्षिण केन्सिंग्टन् येथील 'रॉयल् कॉलेज् ऑफ सायन्स' ह्या संस्थेंत अध्यापक असून शिवाय तेथील सूर्याच्या वेधशाळेचा चालक होता. ह्याच ठिकाणीं त्यानें गेलीं तीस वर्षें आपलें संशोधन सारखें सुरू ठेवलें. त्याचा मुख्य अभ्यास म्हणजे सूर्य व दुसरे ग्रह आणि नक्षत्रें ह्यांचें किरणद्वारा पृथक्करण करणें हा होय. ह्या प्रकारच्या शास्त्रीय अभ्यासाचा सर नॉर्मन् हा आद्यप्रवर्तक असून बरींच वर्षें त्यानें ह्या बाबतींत आपलें पुढारीपण कायम राखिलें आहे. सर नॉर्मन हा फक्त अवलोकन करणारा नसून त्यापासून सर्वसामान्य सिद्धान्तहि काढीत असे; व बरेच दिवसांपूर्वी ग्रहमालिका व नक्षत्रें यांच्या उत्पत्तीसंबंधीं फारच क्रांतिसूचक कल्पना त्यानें प्रस्थापित केल्या.

ज्याचा मुख्य उद्योग सूर्य, तारे इत्यादिकांसंबंधीं अभ्यास करण्याचा त्याला धुकट, धुरानें भरलेलें व अभ्राच्छादित लंडन शहर ही अगदीं कुचकामाची जागा होय; परंतु त्या ठिकाणीं इतर शास्त्रांतील तज्ज्ञ लोकांचें साहाय्य नेहमीं मिळण्यासारखें असल्यामुळें लॉकिअर यानें तीच जागा पसंत केली होती; शिवाय तो आपल्या संशोधनाकरितां केवळ तेथील स्वतःच्या वेधशाळेंतील वेधावरच अवलंबून रहात नसे. तर याशिवाय ग्रीनविच् येथील वेधशाळेंत व हिंदुस्थानांत असलेल्या तीन (मद्रास, पुणें, व त्रिवेंद्रम्) ठिकाणच्या वेधशाळांतून घेतलेले सूर्यावरच्या डागांचे व इतर नाक्षत्रिक फोटोग्राफ हेहि त्यास दररोज लागतील तितके मिळत असत.

बाह्यतः दक्षिण केन्सिंग्टन येथील वेधशाळा आपली अपेक्षा असते त्याप्रमाणें दिसत नाहीं. परंतु या ठिकाणीं परावर्तक व वक्रीभवनीय दुर्बिणी व इतर सर्व उपकरणें शास्त्रीय संशोधनास पुरेशीं आहेत.

प्रो॰ लॉकिअर यानें प्रस्थापिलेल्या नवीन ज्योतिषशास्त्रीय उपपत्ती कोणाहि सर्वसाधारण शास्त्राभ्यासकाला आतां माहीत आहेत. ह्यांपैकीं पहिली उपपत्ति अशी आहे कीं, सूर्यावरील डागांच्या कमीजास्त प्रमाणाचा पृथ्वीच्या हवामानाशीं कार्यकारणभाव आहे. त्याचप्रमाणें नाक्षत्रिक कुलांतील सर्व तारे उल्काप्रमाणेंच भिन्नभिन्नकालीं एका तेजोगोलांतून उत्पन्न झाले ही दुसरी उपपत्ति होय. तिसरी उपपत्ति अशी कीं, सध्याचीं सर्व मूलभूत तत्त्वें हीं मिश्रद्रव्येंच असून त्यांनां अत्यंत उष्णतेचें हवामान लावलें तर त्यांचें मूलस्वरूप दृग्गोचर होईल. ह्या तिन्ही उपपत्ती लॉकिअर यानें नवीन काढलेल्या नाहींत, परंतु ज्यावेळीं त्यानें ह्या उपपत्ती चोहोंकडे प्रस्थापित केल्या त्यावेळीं पुष्कळ विरोध करण्यांत आला.

परंतु नवीन निरीक्षणावरून वरील उपपत्ती सत्य असाव्यात ह्याबद्दल थोडाबहुत अनुकूल पुरावा मिळूं लागला आहे असें लॉकिअरचें मत आहे.

सूर्यावरील डागांचा हवामानाशीं संबंध.—सन १९०० च्या सुमारास लॉकिअर यानें रॉयल सोसायटी संस्थेपुढें एक शास्त्रीय लेख सादर केला. त्यावरून हवामानाचा व त्यावेळच्या सूर्यावरील डागांचा कार्यकारण संबंध कशा प्रकारचा असावा हें दिसून येतें. प्रथमतः असें दिसून येतें कीं, ज्या ज्या वेळीं सूर्यावरील डाग दाट असतात त्यावेळीं त्यांतील द्रव्यांचा विच्छिन्नकिरणपट बदलतो. व ज्यावेळीं डाग अगदीं थोडे असतात त्यावेळीं विच्छिन्नकिरणपटावरून असें दिसतें कीं, सूर्यावर बरेचसें वायुरूप स्थितींत लोखंड असावें. हेंच लोहबाष्प सूर्यावरील डागांत जर जोराची क्रिया सुरू झाली तर अदृश्य होतें; व त्याच्या जागीं दुसरीं लोखंडाच्या परमाणूंचें पृथक्करण होऊन उत्पन्न झालेलीं द्रव्यें दिसूं लागतात.

ह्यावरून असें ठरलें कीं, सूर्यावरील डाग ज्या वेळीं पुष्कळ असतात त्या वेळीं तेथील हवामान अत्युष्ण व ज्या वेळीं डाग कमी असतात त्यावेळीं थोडें थंड, पण पृथ्वीच्या मानानें पुष्कळच उष्ण व लोहबाष्प उत्पन्न करण्यासारखें असतें.

सूर्यावरील डाग व हिंदुस्थानांतील पर्जन्यवृष्टि यांचा परस्परसंबंध.—ह्यानंतर अलीकडील निरीक्षणाचा मुद्दा असा आहे कीं, वर वर्णन केल्याप्रमाणें सूर्यावरील डाग वाढण्यावर व कमी होण्यावरच सूर्याचें उष्णतामान कमी जास्त होतें. सुमारें अकरा वर्षांचें हें चक्र असावें, व ह्या सूर्यावरील कमी जास्त उष्णतेप्रमाणें पृथ्वीवरील हवामानांत फरक पडत असतात. हे सूर्यावरील डाग जास्त प्रमाणांत झाले म्हणजे हिंदुस्थानांत बहुतेक त्या वर्षीं कमी पाऊस पडतो. अशा रीतीनें हिंदुस्थानांतील अतिवृष्टि, अनावृष्टि, दुष्काळ इत्यादि गोष्टी ठोकळपणें अगाऊ ज्ञात होतील.

ताऱ्यांचें उष्णतामान व घटकद्रव्यें यांत होणारा फेरबदल.—मूलतत्त्वांच्या पृथक्करणाची उपपत्ति ही उल्कोत्पत्तीच्या उपपत्तीशीं निगडित आहे याविषयीं लॉकिअरची पूर्ण खात्री झाली आहे कीं, अलीकडे जमलेला पुरावा हा ह्या उपपत्तींना फारच अनुकूल असा आहे. प्रो॰ लॉकिअर यानें असेंहि दाखविलें आहे कीं, प्रत्येक तारा उष्णतामानाच्या निरनिराळ्या अवस्थेंतून जात असतो, व त्यावरोबरच त्याचीं घटकद्रव्यें बदलत असतात. कांहीं वेळ उष्णतेची वाढ होतां होतां ती परमावधीस गेल्यावर तो तारा पुनः थंड होऊं लागून शेवटीं त्याचा प्रकाश अजीबात नाहींसा होतो. इतक्या संशोधनाकरितां जमविलेल्या विविध सामुग्रीवरून प्रो॰ लॉकिअर यास हेंहि दाखवितां येऊं लागलें आहे कीं, नाक्षत्रिक विकासाच्या अनेक अवस्था असून त्या प्रत्येक अवस्थेंतील तारकापुंजहि उदाहरणादाखल दाखवितां येतील.

रासायनिक मूलद्रव्यांचें आणखी पृथक्करण.—त्याचप्रमाणें लॉकिअरच्या कार्यांवरून असेंहि दिसून आलें आहे कीं, मूलद्रव्यें सर्व परिस्थितींत सारखेच किरणपट दर्शवीत नाहींत. आपल्या प्रयोगशालांतून हें दाखवितां येईल कीं, लोखंडासारख्या कित्येक धातूंचें उष्णतामान चढविलें असतां त्यांचे किरणपट अल्प उष्णतामानांतील किरणपटापेक्षां भिन्न असतात. ह्या कित्येक धातूंच्या किरणपटांची कांहीं नक्षत्रांच्या किरणपटांशीं तुलना करतां असें दिसून येतें कीं, नक्षत्रांच्या किरणपटांतील अद्याप अज्ञात असलेल्या कित्येक रेषा दुसऱ्या कित्येक पृथक्कृत मूलतत्त्वांच्या किरणांशीं जुळत्या आहेत; व हा सर्व पुरावा वरील मूलतत्त्वांच्या पृथक्करणोपपत्तीला अनुकूलच आहे.

लॉकिअरच्या महत्त्वाच्या संशोधनापासून आणखी एक नवीन गोष्ट ज्ञात झाली आहे. सूर्याच्या वातावरणापैकीं कोणत्या थरानें विच्छिन्नकिरणपटावर वांकडे पट्टे उमटावे हा एक गूढ प्रश्न अद्यापपर्यंत पुढें होता. परंतु एका सूर्यग्रहणाच्या छबीवरून असें दिसून आलें कीं, अशा प्रकारचे वांकडे पट्टे उंच अंतराळांत असलेल्या वायूच्या योगानें उमटतात. हेंच कारण इतर ताऱ्यांच्या वांकड्या पट्ट्यांबद्दल सांगतां येईल. मात्र नाक्षत्रिक वातावरणांत आणखी कसले थर आहेत ही गोष्ट उकलणें फार कठिण काम आहे. उदाहरणार्थ, सूर्यावर असलेलें 'हेलियम्' द्रव्य जरी बऱ्याच कालापूर्वी लॉकिअर यास ज्ञात होतें, तरी सामान्य फ्रानहोफर किरणपटावर या द्रव्याचा मागमूस दिसत नाहीं.

नवा तारा व त्यानें उल्कामूलत्वाच्या उपपत्तीस मिळणारी पुष्टि.—इ. स. १९०१ च्या फेब्रुवारी महिन्यांत 'ययाति' नामक तारकापुंजांत एकदम एक नवीन तेजःपुंज तारा दिसूं लागला. २२ फेब्रुवारी रोजीं सकाळीं कांहीं तास तो दिसत नव्हता; परंतु एकाएकीं त्याचें तेज वाढून तो निळसर पांढऱ्या रंगांत स्पष्ट दिसूं लागला, व ह्या रंगावरून त्याची उष्णता अत्युच्च असावीसें दिसलें. नंतर तो तांबडा दिसूं लागला. म्हणजे अर्थात् त्याची उष्णता कमी झाली. ह्या ताऱ्याच्या विच्छिन्नकिरणपटावर तेजःपुंज व काळ्या अशा दोन्ही प्रकारच्या रेषा दिसत होत्या. ह्यावरून असें अनुमान ठरलें कीं त्या ताऱ्यावरील द्रव्यांपैकीं कांहीं भाग तेजःकिरण बाहेर टाकतो, त्यामुळें तेजःपुंज रेषा उमटतात; व कांहीं भाग किरण अडवून धरतो, व त्या योगानें काळ्या रेषा उमटतात. ह्या ताऱ्यावरून असें ठरलें कीं, एखादा तेजोगोल जोराच्या गतीनें प्रवास करीत असतां दुसऱ्या एखाद्या तेजोगोलावर आपटला असावा; व अशा रीतीनें स्फोट झाल्याबरोबर निस्तेज तारा प्रकाशित होऊन पृथ्वीवर दृग्गोचर होऊं लागला.

अशा रीतीनें नवीन नवीन तारे दृग्गोचर होणें ही कांहीं वारंवार घडून येणारी गोष्ट नाहीं. कारण सर्व जगाच्या ज्ञात

कालापासून तों आज तागायत एकंदर सारे बत्तीसच तारे नवीन दृग्गोचर झाल्याचा उल्लेख सांपडतो. व ह्यांपैकीं फक्त दोनच तारे प्रस्तुतच्या १९०१ फेब्रुवारींत दृष्टोत्पत्तीस आलेल्या ताऱ्यापेक्षां जास्त चकचकित होते. म्हणूनच प्रस्तुत ताऱ्याच्या दर्शनाबरोबर एकंदर शास्त्रज्ञांत बरीच गडबड उडाली. परंतु ज्या गोष्टीमुळें ह्या ताऱ्यास महत्त्व प्राप्त झालें आहे ती गोष्ट म्हटली म्हणजे उल्कामूलत्वाच्या उपपत्तीस ह्या ताऱ्याच्या दर्शनानें पुष्कळ जोर मिळाला आहे. आणि अशा रीतीनें पाहतां ह्यापूर्वीच थोड्याशा निरीक्षणाच्या साहाय्यानें प्रो. नार्मन लॉकिअर ह्यानें प्रस्थापित केलेल्या उपपत्तीस नवीन नवीन संशोधनानें जास्तच पुष्टि मिळत आहे.

अलीकडील ज्योतिषशास्त्रीय प्रगति.—लंडन येथील रॉयल अस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटीनें आपला शतसांवत्सरिक उत्सव नुकताच साजरा केला, त्या वेळीं या शास्त्रांतील गेल्या शंभर वर्षांत झालेली प्रगति निवेदन करण्यांत आली. त्यांत अलीकडील शोध म्हटले म्हणजे मंगळाला उपग्रह आहेत, शनीला एकंदर सहा उपग्रह आहेत, मंगळावर कालवे आहेत, मंगळ व गुरु यांच्या कक्षांच्या मध्यंतरींच्या प्रदेशांत अनेक ग्रहखंड (लघुग्रह) आहेत, इत्यादि होत.

हल्लीं मंगळासंबंधानें माहिती मिळविण्याचे प्रयत्न फार जोरांत चालू आहेत. या ग्रहावर मनुष्यप्राण्याची वस्ती आहे किंवा काय हें ठरविण्याकरितां मि. बी. मॅक अफी नांवाचे एक लक्षाधीश शास्त्रज्ञ व हारवर्ड विश्वविद्यालयांतील अध्यापक टॉड हे एक प्रचंड दुर्बीण तयार करीत असून तिनें ते१९२४ सालीं वेध घेणार आहेत. या दुर्बिणीची शक्ति इतकी मोठी होणार आहे कीं, ३५० लक्ष मैल अंतरावरचा मंगळ एक दीड मैल अंतरावर असल्यासारखा दिसेल. १९२४ आगष्टच्या सुमारास मंगळाचा तारा पुढें शंभर वर्षांत येणार नाहीं इतका पृथ्वीच्या जवळ येणार आहे. एम्. नॉर्डमन या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें मंगळावरील कालवे हा केवळ दृष्टिभ्रम असल्याचें नुकतेंच ठरविलें आहे.

विच्छिन्नकिरणांच्या साहाय्यानें आकाशांतील ताऱ्यांचीं पृथ्वीपासून अंतरें ठरविण्याची युक्ति निघाली असून मिस अनी जॉ. कॅनॉन नामक विदुषीनें ७,००,००० ताऱ्यांचीं अंतरें दर्शविणारा एक तक्ता तयार केला आहे.

प्रो. मिचेल्सन यानें तारांची लांबीरुंदी मोजण्याचें एक नवें यंत्र केलें असून त्याच्या साहाय्यानें वृश्चिक राशीमधील मघा नक्षत्राची मुख्य तारा ही आजपर्यंत मापलेल्या तारांत आकारानें सर्वांत मोठी असल्याचें प्रसिद्ध केलें आहे.

इकडील पंचांगशुद्धीप्रमाणें यूरोपांतीहि कॅलेंडरची सुधारणा करण्याचें घाटत असून ईस्टरचा सण ठराविक वारीं पाळावा, व वर्षांतील सर्व महिन्यांच्या सर्व तारखा ठराविक वारींच याव्या असा त्यांत फेरबदल करण्याचा विचार चालू आहे. वर्षारंभदिन स्वतंत्र ठेवून बाकीच्या ३६४ दिवसांत बरोबर ५२ आठवडे केल्यानें तारखा व वार यांचा हा मेळ पूर्णपणें बसवितां येईल.

इ. स. १९२० सालीं जे ३९ लघुग्रह संशोधिले गेले, त्यांपैकीं १६ हेडेलबर्ग येथील कोनिंगस्टुल्ह वेधशाळेंतील के. रेनमथ यानें संशोधिले. व बाकीचे डॉ. वाड, हॅमबर्ग; मेसर्स, गोनेसियट आणि जेखौस्की, अल्जीर्स; आर. ए. टी. इनेस, जोहान्सबर्ग; डॉ. पलिसा, व्हिएन्ना; प्रो. श्वासमन, हॅमबर्ग; प्रो. कोमास सोला, बार्सेलोना; व प्रो. वुल्फ, हेडेलबर्ग यांनीं संशोधिले आहेत. वरील यादीवरून कोणकोणत्या वेधशाळांत कसकसें संशोधन चाललें आहे याची स्थूलमानानें कल्पना करतां येईल.

निरनिराळ्या प्रांतांतील पंचांगें.—सांप्रत बहुतेक प्रांतांतील चालू पंचांगें पाहिलीं तर सामान्यतः असें दिसून येईल कीं, सर्व प्रांतांत एकाच पद्धतीचीं पंचांगें चालतात. त्यांत तिथिनक्षत्रयोगकरण यांचीं घटीपळें, संक्रमणकाल, स्पष्टग्रह यांत थोडाबहुत फरक पडतो; तो निरनिराळ्या प्रांतांतील पंचांगें सौर, ब्राह्म व आर्य या तीन पक्षांच्या निरनिराळ्या ग्रंथांस अनुसरून करतात यामुळें आहे. ग्रहलाघव ग्रंथांत गणेशदैवज्ञानें सूर्यसिद्धांत, करणप्रकाश व करणकुतूहल हे अनुक्रमें सौर, ब्राह्म आणि आर्य या पक्षांचे ग्रंथ होत असें म्हटलें आहे. मुहूर्तमार्तंडासारख्या मुहूर्तग्रंथांत, तसेंच विश्वनाथी टीका इत्यादि ग्रंथांतहि ह्या पक्षांचे उल्लेख आढळतात. हे पक्ष मुळांत बरेच प्राचीन म्हणजे लल्लाच्या काळाच्या सुमारासच झाले असावेत. परंतु करणकुतूहलापूर्वीचा सर्वांशीं त्यासारखा असलेला राजमृगांक ग्रंथ झाल्यापासून ह्या तीनहि पक्षांतील भेद दृढ स्थापित होऊन त्यांसंबंधीं विशेष अभिमान उत्पन्न झाला असावा. वस्तुतः ह्या पक्षांत भेद इतकाच कीं, त्यांचीं वर्षमानें व ग्रहगती किंचित् भिन्न असल्यामुळें सूर्यसंक्रमणास कांहीं घटिकांचा व ग्रहाश्यंतरास ग्रहांच्या शीघ्र मंद गतीप्रमाणें थोड्याबहुत दिवसांचा फरक पडतो. तेव्हां या पक्षविशेषांविषयीं दुरभिमान बाळगणें व्यर्थ होय.

पंचांगाचें गणित आणि प्रसिद्धि.—महाराष्ट्रांत छापलेलें जुन्यांत जुनें पंचांग शकवर्ष १७५३ म्हणजे इ. स. १८३१ चें कै. दीक्षित यांच्या अवलोकनांत आलें होतें. यावरून त्या सुमारास महाराष्ट्रांत पंचांग छापूं लागले असें दिसतें. सांप्रत मुंबई व पुणें येथें मराठी लिपीचीं जीं पंचांगें छापतात तीं सर्व ग्रहलाघव व लघुचिंतामणि यांजवरून केलीं असून त्यांमध्यें पलभा ४ आणि देशांतर पश्चिम ४० धरलेलें असतें. बरींच वर्षे बहुतेक सर्व छापखान्यांत छापलेल्या पंचांगाचें गणित वसई येथील, मोघे घराण्यांतील जोशीमंडळी वंशपरंपरेनें करीत असतात. शके १८१८ पासून त्याच घराण्यांतील रामचंद्र पाण्डुरंगशास्त्री मोघे यांनीं हें कार्य पुढें चालविलें आहे. निर्णयसागर छापखान्यांतील पंचांग बरींच वर्षे पुरंदर

जोशी घराण्यांतील ज्योतिष्यांकडून तयार केलें जातें. हें व गणपत कृष्णाजीच्या छापखान्यांतलें मोघे यांनीं केलेलें पंचांग ह्यांत कांहीं गणित इतरांहून किंचित् जास्त सूक्ष्म असतें. वस्तुतः हीं सर्व ग्रहलाघवी पंचांगें अगदीं एकच असून सवंध महाराष्ट्र व महाराष्ट्र भाषा बोलणारे वऱ्हाड, नागपूर, इत्यादि प्रांत, बडोदें, इंदूर, ग्वालेर इत्यादि मराठी संस्थानें, हैद्राबाद संस्थानचा कांहीं भाग, काठेवाडप्रांत, बेळगांव, धारवाड, विजापूर, कारवार, इत्यादि सरहद्दीवरचे कानडी जिल्हे, मद्रास इलाख्यांतील बल्लारी जिल्हा, इत्यादि कानडी व तेलंगी मुलुखांत चालतात. पूर्वीं मोठमोठ्या गांवांतून जोशी पंचांग करीत असत व सांप्रतहि क्वचित् करतात. परंतु छापील पंचांगें थोडक्यांत मिळूं लागल्यामुळें दिवसानुदिवस पंचांग करणारे जोशीहि दुर्मिळ होत चालले आहेत. हा एका दृष्टीनें तोटाच आहे, परंतु सर्वत्र एकसारखीं पंचांगें चालूं लागलीं हा दुसऱ्या दृष्टीनें फायदाहि आहे. पूर्वीं निरनिराळे जोशी पंचांगें करीत असत तेव्हां महाराष्ट्रांत व गुजराथेंत ब्राह्म आणि आर्य या पक्षांचीं पंचांगें तयार होत असत, ह्याबद्दल अनेक ज्योतिषग्रंथांत पुरावा आहे. सांप्रतहि नवसरीचे जोशी ब्राह्ममानसारणीवरून पंचांगें करतात, परंतु तीं छापीत नाहींत.

चंडू पंचांग म्हणून मारवाडी लोकांत एक पंचांग चालतें. तें जोधपूरची पलभा ६ आणि देशांतर धरून केलेलें असून त्यांत रवि आणि त्याच्या संक्रांती ब्राह्म पक्षाच्या असतात. परंतु अहर्गण करणकुतूहल ग्रंथावरून दिलेला असतो.

काशी, ग्वाल्हेर इत्यादि उत्तरेकडील प्रांतांत मकरंद ग्रंथाचें प्राबल्य असल्यामुळें त्यावरून केलेलें पंचांग त्या प्रांतांतील लोकांत चालतें.

मद्रासच्या उत्तरेकडील तेलंगण प्रांतांत तेलंगी लिपींत छापलेलें सिद्धान्तपंचांग चालत असून त्यांतील रविसंक्रमणकाल सूर्यसिद्धांतावरून घेतलेले दिसतात. परंतु बाकीचे ग्रह ग्रहलाघवी किंवा मकरंद पंचांगांतल्याशीं मिळत नाहींत.

मल्याळी आणि तामीळ भाषा चालणाऱ्या मद्रास इलाख्यांतील प्रांतांत आर्यपक्ष चालतो ही गोष्ट कोची येथें मल्याळी लिपींत छापलेल्या कांहीं पंचांगांतील मेषसंक्रमणावरून रा॰ दीक्षित यांनीं सप्रमाण सिद्ध केली आहे.

काश्मीर प्रांतांत पुष्कळ काल, म्हणजे सुमारें शके १५८० पर्यंत, पंचांगें खंडखाद्य ग्रंथानुसार करीत असत, व सांप्रतहि करीत असतील. मात्र खंडखाद्य ग्रंथावर अनेक प्रकारचे बीजसंस्कार दिले गेले आहेत.

एकंदरींत पाहतां सांप्रत ग्रहलाघव व तिथिचिंतामणि ह्या ग्रंथांचा प्रसार सर्वांत जास्त असून त्याच्या खालोखाल मकरंदाचा आहे. या तीनहि ग्रंथांतलें वर्षमान सांप्रतच्या सूर्यसिद्धांताचें असून बंगाल व तेलंगण प्रांतांत हेंच वर्षमान आहे. मारवाडांत ब्राह्मपक्ष चालत असून द्राविड आणि मलबार प्रांतांत आर्यपक्षाचीं पंचांगें चालतात.

दृक्प्रत्ययद नवीं पंचांगें.—सांप्रत चालू असणारीं सर्व निरयन पंचांगें दृक्प्रत्ययास येत नाहींत. म्हणून ज्यांतील गणित दृक्प्रत्ययास येईल अशीं कांहीं सूक्ष्म नवीन पंचांगें निघालीं आहेत, त्यांचें वर्णन करतों.

(१) केरोपंती अथवा पटवर्धनी पंचांग.—हें पंचांग शके १७८७ पासून छापूं लागले. ह्यांत अक्षांश आणि रेखांश मुंबईचे घेतले आहेत. सुप्रसिद्ध गणितज्ञ केरो लक्ष्मण छत्रे हे याचे कर्ते असून आबासाहेब पटवर्धन हे प्रवर्तक होत. या पंचांगाचें गणित प्रथम कांहीं वर्षें स्वतः केरोपंतांनीं केलें असावें; परंतु पुढें त्यांच्या देखरेखीखालीं वसई येथील आबा जोशी मोघे हे करीत असत. सांप्रत त्यांचे वंशज नीलकंठ विनायक छत्रे यांच्या देखरेखीखालीं होत असतें. ह्या पंचांगास प्रथम नवीन पंचांग हें नांव होतें; व त्याच्या गणिताचा खर्च आबासाहेब पटवर्धन करीत. हल्लीं हा खर्च त्यांचे वंशज करीत असतात. म्हणून शके १७९९ पासून पटवर्धनांच्या स्मरणार्थ ह्या पंचांगास पटवर्धनी पंचांग असें नांव ठेवण्यांत आलें. आबासाहेब यांस ज्योतिषाचा विशेष नाद असल्यामुळें तीन चार हजार रुपये खर्च करून त्यांनीं वेध घेण्याचें यांत्रिक साहित्य विकत घेतलें होतें. शके १७९१ पासून १८११ पर्यंत रत्नागिरी येथील जगन्मित्र छापखान्याचे मालक जनार्दन हरि आठले यांस केरोपंती पंचांगाचा अभिमान असल्यामुळें, ते स्वतःच्या खर्चानें तें पंचांग छापवीत. शके १८१२ पासून पुणें येथील चित्रशाळेचे मालक वासूकाका जोशी हे आपल्या खर्चानें तें पंचांग छापतात. आठले व जोशी यांनीं छापण्याचें पतकरलें नसतें तर हें पंचांग कधींच लयास गेलें असतें. कारण याचा खप थोडा असल्यामुळें लागणारा छपाईखर्चहि बाहेर पडत नाहीं.

पूर्वपद्धतीच्या इतर पंचांगांहून केरोपंती पंचांग दोन प्रकारें भिन्न आहे. पहिला प्रकार असा कीं, यांत रेवती योग तारा (झीटापिशियम) शके ४९६ मध्यें संपातीं होता असें मानलें आहे. म्हणून त्या वर्षीं अयनांश शून्य मानून अयनगति वास्तविक म्हणजे सुमारें ५०.२ विकला मानली आहे. वर्षमान अर्थातच वास्तविक नाक्षत्र सौर म्हणजे ३६५ दिवस १५ घटका २२ पळें व ५३ विपळें मानलें आहे; आणि तदनुसार कोणत्याहि वर्षीं रेवती तारेचें संपातापासून जें अंतर तितके अयनांश मानले आहेत. दुसरा मुख्य प्रकार असा कीं, हें पंचांग इंग्लिश नॉटिकल आल्मनॅकवरून तयार होत असल्यामुळें यांतील ग्रहगतिस्थिती शुद्ध असतात; व ह्या पंचांगाप्रमाणें ग्रहणें, ग्रहगती, इत्यादि गोष्टी दृक्प्रत्ययास बरोबर मिळतात.

(२) दृक् गणित पंचांग.—हें मद्रास येथील रघुनाथाचार्य ह्यांनीं शके १७९१ पासून सुरू केलें. हें पंचांग इंग्रजी नॉटिकल आल्मनॅकवरून केलेलें असून द्राविड

आणि तेलंगी अशा दोन्ही लिपींत छापलें जातें. याला 'शिरिय' (लघु) म्हणतात; कै. दीक्षित यांजपाशीं असलेल्या शके १८१८ च्या 'शिरिय' सौर पंचांगांत शके १८१९ चें मेषसंक्रमण रविवारीं (ता. ११ एप्रील १८९७) घटी ५२ पळें ४३ ह्या वेळीं दिलें असून सूर्यसिद्धांतावरूनहि स्पष्ट मेषसंक्रमण याच वेळच्या सुमारास येतें. यांत अक्षांश आणि रेखांश मद्रासचे असावेत असें वाटतें.

(३) बापूदेव यांचें पंचांग.— पंडित बापूदेव शास्त्री ह्यांस सायनगणना मान्य आहे. परंतु शके १७९८ पासून ते काशी येथील महाराजांच्या आश्रयानें लोकांच्या संतोषाकरितां निरयन पंचांग करून छापूं लागले. बापूदेवांचें पंचांग इंग्लिश नॉटिकल आल्मनॅकवरून तयार होतें. यांत अक्षांश व रेखांश काशीचे घेतले आहेत. यांनीं रवि सूर्यसिद्धांताचा घेतला आहे. व केरोपंतांशीं झालेल्या वादविवादांत त्यांनीं असेंच मत प्रगट केलें होतें. बापूदेवांच्या पंचांगांत भिन्न प्रकार वस्तुतः एकच आहे; तो हा कीं, तें नॉटिकल आल्मनॅकवरून केलेलें असल्यानें दृक्प्रत्ययास बरोबर मिळतें.

दुसरीं दोन निरयन पंचांगें.—तंजावर प्रांतांतील तिरुवादि येथील सुंदरेश्वर श्रौती आणि व्यंकटेश्वर दीक्षित हे शके १७९८ पासून तामिल लिपींत एक सूक्ष्म सौर पंचांग काढीत असतात. त्यांतील अयनांश रघुनाथाचार्यांच्या पंचांगाइतकेच आहेत. दुसरें एक अजितप्रकाश नांवाचें पंचांग खेतडीचे राजे अजितसिंह यांच्या आज्ञेनें रूडमल्ल नांवाचा ज्योतिषशास्त्रज्ञ शके १८१८ पासून तयार करीत असतो.

सायनपंचांग.—सांप्रत चालू असलेल्या पंचांगांत दिनमान ज्या दिवशीं वाढूं लागतें अगर कमी होऊं लागतें, त्याच दिवशीं वस्तुतः उदगयन किंवा दक्षिणायन यांची प्रवृत्ति होते; आणि त्याप्रमाणें आकाशांत प्रत्यक्ष अनुभव येऊं लागतो. असें असून त्याच दिवशीं त्या पंचांगांत अयनप्रवृत्ति का लिहीत नाहींत; तसेंच मकर व कर्क संक्रांती त्या मागून सुमारें २२ दिवसांनीं कां होतात अशी शंका साधारण विचार करणाऱ्या मनुष्यास येणें साहजिक आहे. अशा प्रकारची शंका आणि तदनुसार केलेले शोध यांचें फल सांप्रत प्रसिद्ध होणाऱ्या सायन पंचांगाची कल्पना हें होय. या कल्पनेचे मूळचे उत्पादक विसाजी रघुनाथ लेले, जनार्दन बाळाजी मोडक व शंकर बाळकृष्ण दीक्षित असे तिघे होत. या प्रत्येकाच्या मनांत सायनगणनेच्या पंचांगाची कल्पना स्वतंत्रपणें उद्भवलेली आहे. त्यांत सांप्रतच्या सायन पंचांगाचे मुख्य उत्पादक लेले हे होत. पटवर्धनी पंचांगांतील अर्धवट सुधारणेपेक्षां सायन मानाची पूर्ण सुधारणा होईल तर बरी व ती केरोपंतांच्या हातून होण्यासारखी आहे असें वाटून सन १८७२ पासून इंदुप्रकाशपत्रद्वारें लेले यांनीं केरोपंती पंचांगावर आक्षेप घेण्यास प्रारंभ केला. पुढें बरींच वर्षे केरोपंतांनीं उत्तर दिलें नाहीं. केरोपंत किंवा सायनगणना सशास्त्र आहे असें तोंडानें म्हणणारे बापूदेव यांपैकीं कोणी तरी सायन पंचांग सुरू करतील अशी लेले यांस आशा होती. व सन १८८० च्या सुमारास झालेल्या बापूदेव व केरोपंत यांजमधील वादविवादाच्या वेळीं दोघांसहि लेले यांनीं सायन पंचांग स्वीकारण्याची विनंति केली; परंतु तिचा कांहीं उपयोग झाला नाहीं. सायनगणना ऋतुसंबंधें खरी असली तरी आम्हांस सायनगणनेचें पंचांग करणें पसंत नाहीं अशा अर्थाचें उत्तर केरोपंतांनीं लेले यांस दिलें. यामुळें त्यांच्या बरोबर वाद करण्याचें लेले यांनीं सोडून दिलें. शके १८०४ व १८०५ सालीं ठाणें येथील अरुणोदय पत्रकर्त्यांनीं आश्रय दिल्यामुळें त्या पत्राबरोबर सायन पंचांगाचे पंधरवडे प्रसिद्ध झाले. पुढें कृष्णराव रघुनाथ भिडे यांच्या प्रयत्नानें तुकोजीराव होळकर यांचा आश्रय मिळून शके १८०६ पासून स्वतंत्र सायन पंचांग प्रसिद्ध होऊं लागलें. शके १८०८सालीं तुकोजीमहाराज निवर्तल्यामुळें शके १८१० पासून चार वर्षे लेले यांनीं सायन पंचांग बहुतेक पदरच्या खर्चानें छापविलें. शके १८१३ पासून चार वर्षे कै० दीक्षित यांनीं छपाईचा खर्च केला. ह्या पंचांगाचें गणित पहिल्या वर्षी लेले यांनीं केलें; शके १८०५ चें तिघांनीं केलें; व पुढें तेरा वर्षे गणित व इतर सर्व व्यवस्था मुख्यतें कै० दीक्षित यांजकडेच होती.

जुनीं पंचांगें व सायन पंचांग यांत भेद दोन प्रकारचा आहे. पहिला प्रकार म्हणजे सायन पंचांगांतलें वर्षमान भिन्न आहे आणि त्यांत अयनांश नेहमीं शून्य असतात. दुसरा प्रकार म्हणजे तें इंग्रजी नॉटिकल आल्मनॅकवरून किंवा कोने डी टेम (कालज्ञान) नांवाच्या फ्रेंच पंचांगावरून करतात. यामुळें त्यांतील ग्रहस्थिति दृक्प्रत्ययास बरोबर मिळणारी असते. यांत अक्षांश आणि रेखांश उज्जयिनीचे आहेत.

पंचांगशोधनविचार.—सांप्रत सर्वत्र चालू असणारीं ग्रहलाघवीय इत्यादि पंचांगें अनुभवाशीं मिळत नाहींत, म्हणून त्यांचें शोधन झालें पाहिजे. गेल्या अर्धशतकाच्या प्रारंभीं निघालेल्या नव्या सहा सूक्ष्म पंचांगांचें वर्णन वर आलेंच आहे. त्यांत सायन खेरीजकरून बाकीचीं पांच पंचांगें निरयन आहेत; आणि त्यांतहि अयनांश सर्वांचे सारखे नाहींत. तरी प्रस्तुत ठिकाणीं निरयन पद्धति व सायन पद्धति यांच्या ग्राह्याग्राह्यतेविषयीं सविस्तर विवेचन करणें अप्रासंगिक होणार नाहीं.

अयनांशविचार.—सांपातिक (सायन) सौरवर्षापेक्षां नाक्षत्र (निरयन) सौरवर्ष सुमारें ५१ पळें जास्त असतें. परंतु आर्यज्योतिष ग्रंथांत घेतलेलें वर्ष सांपातिक सौरवर्षापेक्षां सुमारें ६० पळें जास्त असल्यामुळें त्यांतील आरंभस्थान वसंतसंपातापासून प्रतिवर्षी ६० विकला पुढें जातें. संपात आणि ज्योतिषग्रंथांतील आरंभस्थान यांमधील अंतरास अयनांश म्हणतात. संपातगतीचें ज्ञान प्रथम अयनचलनावरून झालें. संपात हें आरंभ-

स्थान मानून तेथून ग्रहस्थिति मोजली म्हणजे तींत हे अयनांश येतात, म्हणून ती सायन होय आणि आमच्या ज्योतिषसिद्धांताप्रमाणें येणारें जें आरंभस्थान त्यापासून मोजली म्हणजे तींत अयनांश येत नाहींत म्हणून ती निरयन (आयनांश विरहित) होय. मेषसंक्रमण हा सौरवर्षारंभ असल्यामुळें कोणत्याहि ग्रंथावरून स्पष्ट निरयन मेषसंक्रमण ज्या वेळीं येईल त्या वेळीं वेधानें स्पष्ट सायन रवि जितका येईल तितके आयनांश त्या ग्रंथावरून केलेल्या निरयन पंचांगांत धरले पाहिजेत म्हणजे अयनविषय बरोबर मिळतील. उदाहरणार्थ शके १८०९ ह्या वर्षाचे निरानिराळ्या ग्रंथांवरून येणारे मेषसंक्रमणकाल व त्या वेळीं फ्रेंच किंवा इंग्रजी नॉटिकल आल्मनॅकवरून सायन रवि काढून पाहतां निरनिराळ्या ग्रंथांचें वर्षमान घ्यावयास लागणारे अयनांश पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत.

शके १८०९ (इ. स. १८८७.)

करण ग्रंथ.	चैत्र कृ॥ ५ भौमवार ता. १२ एप्रील उज्जनी मध्यमोदयापासून		अयनांश.			पक्ष.
	घटि.	पळें	अं.	क.	वि.	
मूळ सूर्यसिद्धांत ...	१३	१८	२२	१	२७·६	
सांप्रतचा सूर्यसिद्धांत...	१५	१४	२२	३	२१·३	सौरपक्ष.
प्रथम आर्यसिद्धांत व करणप्रकाश	७	३१	२१	५५	४७·८	आर्यपक्ष.
द्वितीय आर्यसिद्धांत...	१०	२५	२१	५८	३८.२	
राजमृगांक, करणकुतूहल.	१०	४५	२१	५८	५७·८	ब्राह्मपक्ष.

ग्रहलाघवांत वर्षमान सूर्यसिद्धांतांतील स्वीकारलें असून त्यावरून शके १८०९ मध्यें अयनांश घ. २२।४५ येतात; परंतु तें वरील कोष्टकांत दर्शविल्याप्रमाणें घ. २२।३ मानले पाहिजेत. म्हणजे सुमारें ४२ कलांची चूक होते. त्या मानानें ग्रहलाघवांतील सायन रवि व नॉटिकल आल्मनॅकवरून आलेला सायन रवि ह्यांमध्येंहि अंतर पडतें.

बापूदेव यांचें पंचांग नॉटिकल आल्मनॅकवरून करतात; आणि मेषसंक्रमणकाळीं सिद्धान्तागत रवि व सायन रवि यांतील अंतर हेच अयनांश त्यांनीं मानले असल्यामुळें शके १८०९ च्या त्यांच्या पंचांगांत अयनांश सूक्ष्म म्हणजे घ. २२।४ आहेत. केरोपंतांनीं संपातापासून रेवती तारेचें अंतर हेच अयनांश मानल्यामुळें शके १८०९ मध्यें त्यांच्या पंचांगांत अयनांश घ. १८।१८ आहेत. ह्या नंतर प्रसिद्ध झालेल्या सायन पंचांगांत संपात हेंच आरंभस्थान असल्यामुळें अयनांश मानण्याचें प्रयोजनच नाहीं. संपात हें आरंभस्थानमानून क्रांतिवृत्ताचे जे बारा सारखे विभाग पडतात त्यांस सायन राशी म्हणतात; आणि सारखे सत्तावीस विभाग ह्यांस सायन नक्षत्रें म्हणतात. संपात चल असल्यामुळें सायन राशी आणि नक्षत्रें चल होत. रेवती किंवा दुसरी एखादी तारा आरंभस्थान मानून क्रांतिवृत्ताचे जे १२ किंवा २७ सारखे विभाग त्यांस अनुक्रमें स्थिर किंवा निरयन राशी व नक्षत्र म्हणतात. या स्थिरचर संज्ञा आमच्या ग्रंथांत आहेत. या दृष्टीनें पाहतां केरोपंती पंचांग शुद्ध निरयन मानाचें आहे. बापूदेव यांचें पंचांग व ज्योतिष ग्रंथावरून केलेलीं इतर पंचांगें ह्यांतील वर्षमान वास्तव निरयन वर्षाबरोबर नसलें तरी त्यांतलि अयनांश वर्षमानानुसार मानले असल्यामुळें त्यांतलि ग्रहस्थिति अयनांशविरहितच असते. पंचांग कोणत्याहि पद्धतीचें असो, त्यांतील गणिताप्रमाणें आलेली ग्रहस्थिति दृक्प्रत्ययास बरोबर आली तरच तें पंचांग ग्राह्य होय. व ह्या दृष्टीनें पाहतां वरील सहा सूक्ष्म पंचांगें जुन्या पद्धतीच्या पंचांगांहून भिन्न आहेत. ग्रहस्थिति सांगण्यास पंचांग कोणत्याहि पद्धतीचें असलें, तरी तें ज्या ग्रंथावरून तयार होतें त्यांतील ग्रहगति आणि आरंभकाळची ग्रहस्थिति बरोबर असेल तर तें सर्वकाळ अनुभवास बरोबर मिळेल. जुन्या पंचांगापेक्षां केरोपंती वगैरे नवीन पंचांगांतील भिन्नत्वाचा प्रकार जो ग्रहगतिस्थितिशुद्धता तो सर्वांच्या मतें ग्राह्य आहे. या देशांत सांप्रत सर्वत्र चालणारीं पंचांगें आकाशांत अनुभवास मिळत नाहींत,व त्यांतील तिथ्यादिक गोष्टी चुकलेल्या असतात. अर्थात् हीं पंचांगें तयार करण्याचे शुद्ध ग्रंथ झाले पाहिजेत; व पंचांगांतील गणिताप्रमाणें प्रत्यक्ष अनुभव यावा म्हणून पूर्व ग्रंथांस बीजसंस्कार देऊन नवीन ग्रंथ करण्याची परंपरा चालत आलेली आहे त्याप्रमाणें सांप्रत केलें पाहिजे. ही गोष्ट जुन्या ज्योतिष्यांस सुद्धां मान्य आहे.

सायन निरयन मानांचें ग्राह्याग्राह्यत्व.—जुनी व नवीं पंचांगें यांतील भिन्नत्वाचा दुसरा प्रकार म्हणजे वर्षमान आणि तदनुसार अयनांशांचें भिन्नत्व होय. या बाबतींत लेले, मोडक व दीक्षित यांचें सायन पंचांग एका बाजूस आणि जुनीं निरयन पंचांगें व केरोपंती इत्यादि नवीं सूक्ष्म निरयन पंचांगें सर्व दुसऱ्या बाजूस येतात. यांपैकीं, म्हणजे सायन व निरयन ह्या मानांत ग्राह्य कोणतें याचा विचार चार रीतींनीं करितां येईल. एक तार्किक दृष्टीनें, दुसरा ऐतिहासिक दृष्टीनें, तिसरा धर्मशास्त्र दृष्टीनें आणि चौथा व्यावहारिक दृष्टीनें.

प्रथमतः विषयाच्या समजुतीकरितां एकदोन गोष्टी सांगितल्या पाहिजेत. दिनरात्रिमान ज्या दिवशीं सारखें होतें त्या दिवसास विषुवदिवस म्हणतात. अर्थात् विषुवायनें आणि दिनमान सायन रवीवर अवलंबून आहेत. ऋतू देखील सूर्याच्या सायन स्थितीवर अवलंबून असतात. वसंत संपातीं सूर्य येईल तेव्हां वसंतऋतु असावयाचा व दक्षिणायनारंभीं सूर्य कोणत्याहि तारात्मक नक्षत्रीं असला तरी पर्जन्यकालास तुकताच आरंभ झाला असावयाचा. संपाताचें नक्षत्रमंडळांत पूर्ण भ्रमण होतें असें अर्वाचीन शोधांत सिद्ध झालें

आहे. शके ४४४ च्या सुमारास वसंतसंपातीं निरयन अश्विनी नक्षत्राचा व मेषराशीचा आरंभ होतो. मेषसंक्रमण ज्या चांद्रमासांत येईल तो चैत्र अशी परिभाषा ठरली आहे. सांप्रत चालू निरयन मानाचें आरंभस्थान संपाताच्या पूर्वेस सुमारें २३ अंश असून तें जातां जातां कालगतीनें संपातापासून दूर दूर जावयाचें हें निर्विवाद आहे. अशा रीतीनें कालांतरानें निरयन चैत्रांत वर्षाऋतु येणार. परंतु ही गोष्ट समजणारे फार थोडे. ह्या प्रांतांतल्या सर्व ग्रहलाघवी पंचांगांत मकर व कर्क संक्रमण दिवशीं उदगयनें व दक्षिणायनें लिहितात व केरोपंती पंचांगांतहि तोच प्रकार आढळतो हें केवढें आश्चर्य ! चंडू पंचांगांत खरीं अयनें लिहिलीं असतात ही गोष्ट इतरांस लांछनास्पद होय.

दुसरी गोष्ट सायन पंचांगकारांनीं स्वीकारलेल्या पद्धतीची. यांचें वर्ष सायन असून संपातापासून पहिलें नक्षत्र अश्विनी व पहिली राशि मेष मानली जाते. मग तेथें तारात्मक नक्षत्र कोणतेंहि असो. ज्या चांद्रमासांत सायन मेषसंक्रमण होईल तो चैत्र. या पद्धतीनें सर्वकाळ चैत्रांत वसंत येईल, आर्द्रा नक्षत्रीं पर्जन्यारंभ होईल आणि याप्रमाणें सर्व ऋतू नियमित मासांत होतील. आतां सायन निरयन मानाच्या ग्राह्याग्राह्यत्वासंबंधीं उपरिनिर्दिष्ट चारहि बाजूंनीं विचार करूं.

(१) तार्किक दृष्ट्या विचार.—दिवस मोजण्यास स्वाभाविक साधन जसें सूर्योदय, महिने मोजण्यास स्वाभाविक साधन जसें चंद्राचें पूर्ण होणें किंवा अदृश्य होणें, तसें वर्ष मोजण्यास स्वाभाविक साधन ऋतूंचा एक पर्याय होय. आणि ऋतू सायन रवीस अनुसरून होतात म्हणून वर्ष हें सायन सौर मानलें असलें पाहिजे. त्याचप्रमाणें अधिक मासाचा अवलंबन करणें होय. कारण एका विवक्षित महिन्यांत एकच ऋतु सर्वकाल व्हावा हाच अधिक मास घालण्याचा मुख्य हेतु आहे. अधिक मास धरला नाहीं तर ३३ वर्षांत कोणत्याहि एका महिन्यांत सर्व ऋतू येतील. त्याप्रमाणें नाक्षत्र (निरयन) सौरमानाचें वर्ष घेतल्यास सुमारें २६००० वर्षांत एका महिन्यांत सर्व ऋतू होतील. ३३ वर्षांत अनुभवास येणारा ऋतुमासविपर्यय टाळण्याकरितां जर आपण अधिक महिना घालतों तर फार वर्षांनीं कां होईना परंतु निश्चयानें अनुभवास येणारा ऋतुमासविपर्यय टाळण्यासाठीं सायन सौर वर्ष स्वीकारलें पाहिजे.

(२) ऐतिहासिक दृष्ट्या विचार.—सायनमान ग्राह्य यासाठीं वरील दोन प्रमाणें पुरेशीं आहेत. तथापि ऐतिहासिक परंपरा पाहूं लागलें असतां वेदकालाच्या शेवटापासून संपातगतीचें ज्ञान होईपर्यंत चैत्रादि संज्ञांच्या प्रचारामुळें, आणि वर्षमान जें मानलें होतें तें सायन वर्षमानापेक्षां निरयन वर्षमानाशीं जास्त जवळ आहे यामुळें, परिणाम निरयन वर्षमान घेतल्यासारखा किंवा त्याच्या जवळ जवळ आला आहे. तथापि सायन वर्षमान घ्यावें असा मूळ हेतु होता याविषयीं कांहीं संशय नाहीं. तसें असणें स्वाभाविकच आहे. चैत्रांत पावसाळा यावा ही गोष्ट कोणासहि सम्मत होणार नाहीं. शककालाच्या सातव्या शतकाच्या सुमारास अयनचलनाचें ज्ञान भास्कराचार्यासारख्या सुप्रसिद्ध ज्योतिष्यास सूक्ष्म रीतीनें झालें. परंतु परंपरागत चालत आलेल्या निरयनमानाचा त्याग केल्यानें व्यवहारांत घोटाळा उत्पन्न होईल या भयानें सायनमानस्वीकार त्याच्यानें करवला नाहीं. आणखी असें कीं, संपाताचें पूर्ण भ्रमण होतें हा आधुनिक यूरोपीय ज्योतिष्यांचा शोध त्या वेळीं लागलेला नसून त्यावेळच्या बहुतेक ज्योतिष्यांस संपाताचें आंदोलन होतें एवढीच कल्पना होती.

आतां आधुनिक भारतीय ज्योतिष्यांपैकीं सुप्रसिद्ध बापूदेव यांनीं, सायनगणनाच मुख्य परंतु सर्वत्र निरयनगणना प्रचारांत असल्यामुळें त्या प्रकारचें पंचांग करावें लागलें ही गोष्ट नमूद केली आहे. केरोपंतांनींहि इ. स. १८८३ च्या सुमारास झालेल्या वादाच्या वेळीं अरुणोदय वृत्तपत्रांत असें मत प्रकट केलें आहे कीं, ऋतू संपातावर म्हणजे सूर्याच्या सायन स्थितीवर अवलंबून आहेत, परंतु संपातास अनुसरून वर्षारंभ करण्यास ‘ यद्यपि शुद्धं लोकविरुद्धं ’ हीच काय ती अडचण. इ. स. १८९३ मधील ‘केसरी’ पत्राच्या एका अंकांत लो. टिळक यांनींहि अशाच प्रकारचे उद्गार काढले होते. ते म्हणतात.—“ संपातबिंदूवर ऋतू अवलंबून आहेत. सूर्य अश्विनींत असतां वसंतास आरंभ झाल्यास त्या वेळीं ......चैत्र महिना असला पाहिजे......दोन हजार वर्षांनीं तो वसंतारंभ फाल्गुन शुद्ध १ स होणार. चार हजार वर्षांनीं तो माघ शुद्ध १ स होणार. ” अशा रीतीनें चालू निरयन पद्धति कायम ठेविल्यास कालांतरानें चैत्रांत पावसाळा येईल हें गणितानें सिद्ध आहे. पर्जन्यारंभ मृग नक्षत्रीं सदोदित व्हावयाचाच. तो अश्विनींत कसा येईल अशी शंका येण्याचा संभव आहे.

परंतु चौदाशें वर्षांपूर्वीं मृग हें पावसाचें नक्षत्र मुळींच नसून आपल्या ज्योतिषग्रंथांत आर्द्रा हें पर्जन्यनक्षत्र मानलें आहे. ह्याप्रमाणें उत्तरोत्तर पर्जन्यारंभ मागें मागें येऊन कांहीं कालानें अश्विनींत म्हणजे चैत्रांत येईल. अशा रीतीनें ऐतिहासिक परंपरा सायन पद्धतीसच अनुकूल आहे.

(३) धर्मशास्त्र दृष्ट्या विचार.—श्रुति, सूत्रग्रंथ व पुराणें ह्यांतील अनेक उल्लेखांवरून मध्वादि म्हणजे चैत्रादि मासांत वसंतादि ऋतू सर्वदा आले पाहिजेत हें उघड आहे. त्याचप्रमाणें अनेक धर्मशास्त्र ग्रंथांतहि राशिसंक्रांति म्हणजे निरयन संक्रांति त्याज्य, चल (सायन) ग्राह्य असें सांगितलें आहे. त्याचप्रमाणें सायन संक्रांतीवरहि स्नानदानादि कर्में उक्त आहेत हें चांगल्या धर्मशास्त्रज्ञांसहि माहीत आहे. सारांश, सायन पंचांग हेंच श्रुतिसूत्रस्मृतिपुराणविहित काल दाखविणारें आहे म्हणून त्याचा स्वीकार केला पाहिजे.

(४) व्यवहारदृष्ट्या विचार.—आतां व्यावहारिक दृष्ट्या विचार करतां सायन मानावांचून कोणत्या प्रकारचे व्यवहार अडतील हें पहावयाचें. ज्यांच्या व्यवहारास कोणत्याच पंचांगाची गरज नाहीं त्यांविषयीं विचारच नको. सांप्रत कालीं जोंधळे वगैरे धान्यांची हस्तांत पेरणी करावी हा नियम ठरल्यासारखा आहे. परंतु शके ४४४ च्या सुमारास हीच पेरणी स्वातीच्या आरंभीं होत असली पाहिजे. आणि निरयन मान असेंच राहिलें तर कांहीं कालानें ही पेरणी उत्तरा नक्षत्रींहि करावी लागेल. हा फेरफार अत्यंत मंदगतीनें होणारा असल्यामुळें तीनचार पिढ्यांच्या अवधींतहि समजून न येतां साहजिक होत जाईल. याप्रमाणें बहुतेक व्यवहारास सायनमान नसलें तरी नड येणार नाहीं. परंतु विवाहकृत्यांचा व्यवहाराशीं व धर्मशास्त्राशींहि निकट संबंध आहे. सांप्रत ज्येष्ठ मास विवाहास धर्मशास्त्र दृष्ट्या उक्त असूनहि पावसामुळें एखाद्या वर्षी व्यवहारदृष्ट्या निरुपयोगी होऊं लागला आहे. आतां उलट पक्षीं सायनमान स्वीकारल्यानें प्रस्तुत व्यवहारास अडचण येईल कीं काय हें पाहूं. आपले महिने चांद्र असल्यामुळें अधिक मास धरावा लागतो ही गोष्ट सायनमान सुरू करण्यास अनुकूल आहे. एका वर्षी जुन्या पंचांगाप्रमाणें अधिक महिना आला असेल तो मुळींच धरला नाहीं व पुढें सायन पंचांग स्वीकारून त्याप्रमाणें अधिक महिने धरीत गेलें म्हणजे झालें. व सर्व पंचांगकर्त्यांनीं मनांत आणल्यास हा फेरफार लोकांस न कळत सहज होऊन जाईल. नक्षत्रें, सूर्यसंक्रांती ह्या गोष्टी लोकांत अत्यंत बद्धमूल झाल्या असल्यामुळें सायनपंचांग प्रचारांत येण्यास कांहीं अडचणी आहेत खऱ्या. परंतु हरप्रयत्नानें त्या दूर केल्या पाहिजेत. वरील विचाराप्रमाणें (१) सायनमान स्वीकारणें हा सर्वांत उत्तम मार्ग आहे. ऐतिहासिक दृष्ट्या व धर्मशास्त्रदृष्ट्या तोच मार्ग ग्राह्य आहे असें वर दाखविलेंच आहे. ह्या मार्गानें शेतकी कामास प्रथम थोडासा घोटाळा वाटेल, तर दुसरा एक मार्ग आहे. (२) अयनांश सांप्रत सूर्यसिद्धांताप्रमाणें मानावयाचे ते कायम करावे व वर्षमान शुद्ध सायन घ्यावें. असें केल्यानें अयनगति शून्य होऊन सांप्रतच्या ऋतूंमध्यें बावीस दिवसांपेक्षां जास्त फरक पडणार नाहीं. व थोड्याच वर्षांत ग्रहलाघवाप्रमाणें ह्या मार्गाच्या पंचांगाचा प्रसार सहज होईल. सायनमानाचे वरील दोन मार्ग प्रचारांत न येतील तर एक तिसरा मार्ग आहे. तो थोडक्यांत असाः ज्योतिषग्रंथांत मृदंगाकृति वर्णन केलेल्या रेवती नक्षत्रांतील एक तारा शके १८०९ च्या आरंभीं संपातापासून २१ अंश ३२ कला ५७ विकला अंतरावर होती. ही तारा आरंभस्थानीं मानावी; व तिचें संपातापासून जें अंतर तें अयनांश मानावेत; किंवा वेधास अत्यंत उपयोगी अशी जी चित्रा नामक तारा, तिचा सायनभोग शके १८०९ मध्यें अयनांश घ. २२।१६ मानून अयनवर्षगति वास्तविक म्हणजे ५०·२ विकला मानावी, आणि वर्षमान शुद्ध नाक्षत्र सौर म्हणजे ३६५ दिवस १५ घटका २२ पळें व ५३ विपळें मानावें. सायनमानाचे वर सांगिलेले दोन मार्ग प्रचारांत न येतील तर हा तिसरा मार्ग, केरोपंती, बापूदेवांचें किंवा रघुनाथाचार्यादिकांचीं पंचांगें या सर्वांपेक्षां उत्तम होय. वरील दुसऱ्या आणि तिसऱ्या मार्गांत वर्षमान आणि ग्रहगतिस्थिति शुद्ध घेणें एवढाच कायतो जुन्या पंचांगाहून भिन्नपणा आहे. या तीन मार्गांच्या विवेचनावरून ग्रहगतिस्थिती ज्यावरून शुद्ध येतील असा नवीन ग्रंथ इंग्लिश व फ्रेंच नॉटिकल आल्मनॅकच्या साह्यानें संस्कृत पद्यात्मक भाषेत होणें अत्यंत जरूरीचें झालें आहे. अशा प्रकारचा ग्रंथ तयार करण्याची दीक्षित यांची इच्छा होती.

कांहीं शंकासमाधानें.—आतां सायनमान स्वीकारलें असतां तारात्मक नक्षत्रें चुकतील, तारात्मक नक्षत्रांवरून पडलेल्या महिन्यांच्या चैत्रादि संज्ञाहि अन्वर्थक होणार नाहींत, व केवळ निरयन दृष्टीनें पाहिलें असतां महिनेहि चुकतात. ह्या सर्व आक्षेपांत कांहींहि अर्थ नाहीं. कारण सांप्रत चालू असलेलें निरयनमान घेतलें तरी संपातभ्रमणामुळें चैत्रांत उत्तरोत्तर वसंत, ग्रीष्म व वर्षाकालहि येऊं लागतील. एवढेंच नाहीं तर मौंजीविवाहासारखीं कृत्यें माघ, फाल्गुन, चैत्र, वैशाख, ज्येष्ठ यांत करावयाचीं तीं करण्यास त्या महिन्यांत पर्जन्यकाळ येऊन अडचण येईल व धर्मशास्त्रानें वर्ज्य असलेले आषाढादि मास सदरहू कृत्यांस ऋतूंच्या दृष्टीनें अनुकूल होतील. तारात्मक नक्षत्रें तर आपण निरयन पंचांगाप्रमाणें सांप्रतहि सोडीत आहों. त्याचप्रमाणें मासांचा विचार केला असतां ज्या नक्षत्रीं चंद्र पूर्ण होईल, त्यावरून महिन्यास नांव द्यावयाचें, हा नियम प्रत्यक्ष व्यवहारांतून सोडून दिल्यास निदान वेदांगज्योतिषाइतकीं —म्हणजे सुमारें ३३००—वर्षें—झालीं; व निरयनमान चालू असतांना सांप्रतची 'मेषसंक्रमण ज्या महिन्यांत येईल तो चैत्र' अशी परिभाषा बनली आहे. तेव्हां वरील अडचणी सायननिरयनमानास सारख्याच लागू आहेत. सायनमानानें गणित करण्यास अडचण येईल असें कोणाचें म्हणणें असल्यास, हल्लीं दृक्प्रत्ययास बरोबर मिळणाऱ्या यूरोपीय ज्योतिषशास्त्रांतील सायनमानाच्या गणिताची प्रगति पहावी. अशा रीतीनें निरयन पक्षाच्या कोट्या कबूल केल्या, तरी दोन्ही पक्षांच्या कोट्यांची वजावाट होऊन सायन पद्धतीचें प्राधान्य स्थापन करणारी तार्किक विचाराच्या आरंभीं सांगितलेलीं दोन प्रमाणें निरुत्तर आहेत.

चालू निरयन मानानें कांहीं कालानंतर धर्मशास्त्रोक्त कर्में भलत्याच ऋतूंत करावीं लागतील. ही अडचण निरयन मान चालू ठेवूनहि दूर व्हावी म्हणून केरोपंत छत्रे, कृष्णशास्त्री गोडबोले, लोकमान्य टिळक व व्यंकटेश बापूजी केतकर इत्यादि पंडितांनीं पूर्वी एक निराळाच मार्ग सुचविला होता तो असाः वर्षमान सायन न घेतां शुद्ध निरयन घ्यावें, व नक्षत्रें, राशी आणि संक्रांती हीं निरयनच असावींत.

निरयन मेषसंक्रमण ज्या चांद्रमासांत होईल तो चैत्र ही चालू पद्धति कायम करावी. परंतु अयनांश ३० होऊन संपात निरयन मीनारंभीं गेल्यावर वर्षारंभ फाल्गुनांत करूं लागून मधुमाधव ह्या ऋतूंसंबंधानें उत्पन्न झालेल्या संज्ञानां चैत्राऐवजीं फाल्गुनापासून आरंभ करून चैत्रांतलीं धर्मकृत्यें फाल्गुनांत, वैशाखांतलीं चैत्रांत अशीं सर्व मागें आणावीं. अशा रीतीनें जसजसा वसंतारंभ बदलेल तसतशीं वसंतांत करावयाचीं कृत्यें फाल्गुनांत, माघांत, पौषांत, अशीं क्रमानें मागें आणलीं पाहिजेत. सकृद्दर्शनीं हा मार्ग बरा वाटतो, परंतु तो ग्राह्य करतां येण्यासारखा नाहीं असें कै. दीक्षित म्हणतात. त्यांच्या मतें हा मार्ग स्वीकरण्यास परंपरेचा आधार आहे हें वरील पंडितांचें म्हणणें केवळ आभासात्मक आहे.

पंचांगसुधारणेचे अर्वाचीन प्रयत्न.—आर्यांचा आपली कालगणना सुधारण्याच्या म्हणजे पंचांगसंशोधनाच्या बाबतींत अर्वाचीन प्रयत्न म्हणजे शके १७८७ सालापासून केरूनाना छत्रे यांनीं सुरू केलेलें पटवर्धनी पंचांग हा होय. हें पंचांग इंग्रजी नॉटिकल आल्मनॅकवरून करण्यांत येत असून तें अद्यापहि चालू आहे. हा प्रयत्न करतांना त्या वेळीं छत्रे वगैरे मंडळींस बराच त्रास सोसावा लागला. कारण प्रचलित ग्रहलाघवीय पंचांगांत फरक पडतो व त्याप्रमाणें दृक्प्रत्यय येत नाहीं ही गोष्ट जरी सर्वांनां कळून चुकली होती तरी त्यांत फेरफार करणें म्हणजे महत्पाप करणें अशा प्रकारची त्या वेळची भावना होती. तथापि, छत्रे वगैरे मंडळींनीं प्रत्यक्ष वेध घेऊन, दृक्प्रत्ययी पंचांग सुरू केलें. व त्याकरितां केरूनाना यांनीं ग्रहसाधनाचीं कोष्टकें हा एक ग्रंथहि छापून प्रसिद्ध केला. यानंतर रा. व्यं. वा. केतकर यांनीं ज्योतिर्गणित नांवाचा एक करणग्रंथ तयार केला. हा ग्रंथ क्रांतिवृत्तावरील रेवती विभागांतील निःशर रेवतीयोग—म्हणजे इंग्रजींत ज्या ताऱ्यास झीटापिशियम या नांवानें ओळखतात—आरंभस्थान धरून केलेला आहे. छत्रे यांनींहि आरंभस्थानीं हाच तारा घेतला आहे. केरूनाना छत्रे यांनीं केलेला हा प्रयत्न वैयक्तिक स्वरूपाचा झाला. सामुदायिक स्वरूपानें पंचांगसंशोधनाचा प्रयत्न शके १८२६ सालीं मुंबईस भारतीय ज्योतिर्विंसंमेलन भरून करण्यांत आला. त्या संमेलनांत प्रचलित पंचांगांतील दोष स्पष्टपणें दाखविण्यांत येऊन बहुमतानें दृक्प्रत्ययप्रद पंचांग करण्यासंबंधीं ठराव करण्यांत आले. हे ठराव येणेंप्रमाणें:

(१) सूर्यसिद्धांतोक्तं सौरवर्षमानं ग्राह्यम् । तदितर ग्रहगतिमानं सूर्यसिद्धांतोक्तं बीजसंस्कृतं ग्राह्यम् ।

(२) नूतनकरणग्रंथारंभकालें सौरवर्षमानानुगुणं सावयवाष्टपंचाशद्विकलामितं ग्राह्यम् । तत्र वेधेन वैगुण्योपलब्धौ वेधोपलब्धबीजसंस्कृतं ग्राह्यम् ।

(३) ग्रंथारंभकाले (१८२६) द्वाविंशत्यंशाधिकास्त्रयोविंशत्यंशतोन्यूना ग्राह्याः ।

(४) क्रांतिवृत्तस्थं निरयणारंभस्थलमयनांशानुगुणंनिश्चलं च स्वीकार्यम् । तिथिपत्रे सायननिरयणसंक्रांतिद्वयमपि प्रदर्शनीयम् । अयनारंभौ तु प्रत्यक्षावेव ।

(५) दृक्प्रत्ययार्थं यावंतो वेधोपलब्धसंस्कारा यदायदावश्यकास्तावंतो बीजरूपेण ग्राह्याः ।

(६) तिथिमानं स्फुटचंद्रार्काभ्यां साधनीयम्। तच्च स्थूलरीत्या सूक्ष्मरीत्या च करणग्रंथे प्रदर्शनीयम् ।

(७) उज्जयिनीगता मध्यरेखा ग्राह्या । करणग्रंथे नक्षत्रानयनप्रकारः साभिजिन्निरभिजिच्च प्रदर्शनीयः ।

या ठरावांवरून हें सहज लक्षांत येईल कीं, सर्व ज्योतिष्यांनीं प्राचीन ग्रंथांतील अयनगति, ग्रहगति वगैरे गोष्टींस बीज-संस्कार देण्यास म्हणजे चुकी दुरुस्त करण्यास संमति दिली. व आरंभस्थान क्रांतिवृत्तस्थ निश्चल असें प्राचीन सिद्धांताप्रमाणेंच कायम धरून अयनांश मात्र २२ व २३ यांच्या दरम्यान घ्यावे असा अनिश्चितपणा ठेवला. याचें कारण हेंच कीं, अयनांशासंबंधानें एकवाक्यता होईना म्हणून तेवढी एक गोष्ट अनिश्चित ठेवून बाकीच्या निश्चित केल्या गेल्या.

अयनांशारंभस्थानासंबंधीं त्या वेळीं खालील प्रमाणें मतभेद होते.—

(१) पटवर्धनी पंचांगांतील अयनांश घेण्याची रीत अशी कीं, शके ४९६ मध्यें रेवती ताऱ्यांपैकीं झीटापिशियम तारा वसंतसंपातांत होता. म्हणून इष्ट वर्षीं त्या ताऱ्याचें वसंतसंपातापासून क्रांतिवृत्तावर मोजलेलें जें अंशात्मक अंतर तें अयनांश म्हणून धरावयाचें. तें त्या वेळीं म्हणजे शके १८२६ मध्यें सुमारें १८ अंश ३२ कला होतें.

(२) केतकी पंचांगांत अयनांश मानीत ते असे : सूर्यसिद्धांतामध्यें चित्रा तारेचा भोग १८० अंश आहे. म्हणून इष्ट वर्षीं तुलासंपातापासून क्रांतिवृत्तावरील चित्रा तारेचें जें अंतर ते अयनांश होत. तें सुमारें २२ अंश ३० कला होतें.

(३) पंडित बापूदेव शास्त्री यांच्या पंचांगांतील अयनांश घेण्याची रीत म्हटली म्हणजे, इष्टवर्षीं सूर्यसिद्धांतावरून आलेल्या मेषसंक्रमणकालीं छायेवरचा रवि जितका असेल तितके अयनांश घ्यावयाचे.

पंचांगशुद्धीचा सामुदायिक पहिला प्रयत्न या दृष्टीनें या वेळीं झालेलें हें कार्य कांहीं कमी महत्त्वाचें नाहीं. कारण जेथें पूर्वीच्या सिद्धांतांतील एक अक्षरहि बदलावयाचें नाहीं अशा प्रकारची ज्योतिष्यांची वृत्ति होती, त्या ठिकाणीं बऱ्याच गोष्टींत सुधारणा करण्याचें पूर्ण वादविवादांतीं सर्वांनीं क़बूल केलें; व फक्त अयनांशांत मात्र अनिश्चितपणा ठेवला तर त्याबद्दल आश्चर्य करण्याचें कारण नाहीं. या वेळीं जी एकवाक्यता घडून आली तिचें सर्वच श्रेय लो० टिळकांकडे असल्याविषयीं श्री. शंकराचार्य यांनींच भरसभेंत बोलून दाखविलें होतें. मुंबईची परिषद झाल्यानंतर सुमारें १२ वर्षेंपर्यंत पंचांगशोधनाचा कोणताहि प्रयत्न झाला नाहीं. शके १८३९च्या आश्विन महिन्यांत पुनः

पंचांगसंशोधनपरिषद लो० टिळक यांच्या अध्यक्षतेखालीं पुण्याच्या ज्योतिर्विचारिणी सभेतर्फे भरविण्यांत आली; व शुद्ध पंचांगप्रवर्तनाचें प्रत्यक्ष कार्य करण्याकरितां शुद्धपंचांगप्रवर्तक कमिटी स्थापन झाली. त्या कमिटीचे अध्यक्ष लो० टिळक, उपाध्यक्ष प्रो. वि. ब. नाईक एम. ए, व चिटणीस पंडित रघुनाथ शास्त्री ज्योतिषी हे असून सभासदांत तज्ज्ञ ज्योतिषी होते. पुणें येथें झालेल्या ज्योतिषपरिषदेंत खालीलप्रमाणें ठराव झाले.

(१) सौरवर्षमानं सूर्यसिद्धांतोक्तं वेधोपलब्धबीजसंस्कृतं ग्राह्यम्।

(२) अयनगतिमानं वास्तविकं वेधोपलब्धं ग्राह्यम्।

(३) सद्यःप्रचलितपूर्वसिद्धांतग्रंथेषु निःशररेवतीयोगतारेवारंभस्थानं गृहीतम्। तदेव निरयणराशिनक्षत्रचक्रारंभस्थाने ग्राह्यम्।

(४) अयनांशास्तु सद्यःप्रचलितकरणग्रंथागतांशसमीपस्थास्त्रयोविंशतिमिताः १८४० शकारंभे ग्राह्याः। वेधशालास्थापनानंतरं वेधानुरूपा अयनांशा ग्राह्याः।

मुंबईच्या परिषदेंतील ठराव व पुण्याच्या परिषदेंतील ठराव यांची तुलना केली असतां हें सहज कळेल कीं, पुण्याच्या परिषदेनें एक पाऊल पुढें टाकून जास्त सुधारणेचा मार्ग स्वीकारला. मुंबईच्या ठरावांत वर्षमान व अयनगति यांसंबंधानें जी दुबेरजी होती ती काढून टाकून ठराव अधिक स्पष्ट करण्यांत आला. त्याचप्रमाणें प्राचीनसिद्धांतसंमत निःशर रेवतीयोगतारा हेंच मुंबईच्या संमेलनाप्रमाणें राशिचक्राचें आरंभस्थान कायम करण्यांत येऊन, निःशर रेवतीयोगतारा आरंभस्थानीं असल्यानें अयनांश १८॥ च्या जवळ येतात ही गोष्ट सर्वांस पूर्णपणें अवगत असतांहि मुंबईच्या ठरावांशीं शक्य ती एकवाक्यता रहावी म्हणून अयनांश २३ ठरविण्यांत आले. पण हे अयनांश कायम नाहींत ही गोष्टहि ठरावांत स्पष्ट नमूद केली गेली.

इतकें कार्य झाल्यानंतर परिषदेनें नेमलेल्या पंचांगप्रवर्तन कमिटीनें शके १८४० पासून सूक्ष्म व दृक्प्रत्ययसिद्ध असें पंचांग इंग्रजी नॉटिकल आल्मनॅकच्या आधारें प्रसिद्ध करण्यास सुरुवात केली, व तें कार्य सतत चालू ठेविलें. या पंचांगासंबंधीं पुष्कळ वादविवाद झाले. पुढें शके १८४१ सालीं माघ महिन्यांत रा. श्री. कृ. कोल्हटकर यांच्या अध्यक्षतेखालीं सांगली येथें तिसरें ज्योतिषसंमेलन झालें. त्यांत महाराष्ट्रांतील सर्व तज्ज्ञ ज्योतिषी हजर असून लो० टिळक व श्रीशंकराचार्य हेहि या प्रसंगीं आले होते. रैवत, चित्रा, मघा, २२–५८ अयनांशाचा व ग्रहलाघवीय असे निरनिराळे पक्ष त्या ठिकाणीं जमा झाले होते. रा. व्यं. बा. केतकर चित्रापक्षाकडे होते. बहुमत सायनमतास अनुकूल नव्हतें. तथापि सर्व गोष्टींची व वादग्रस्त मुद्यांची चर्चा होऊन सर्वानुमतें पंचांगशुद्धीचा अखेरचा निर्णय खालीलप्रमाणें ठरावरूपानें करण्यांत आला.

(१) सूर्यसिद्धांतोक्तं नाक्षत्रवर्षमानं बीजसंस्कृतं ग्राह्यम्।

(२) अयनगतिमानं वास्तविकं वेधोपलब्धं ग्राह्यम्।

(३) पूर्वसिद्धांतग्रंथेषु निःशररेवतीयोगतारैव राशिचक्रारंभस्थानं गृहीतम्।

(४) राशिचक्रारंभस्थितनिःशररेवतीयोगताराया: सकाशात् वेधोपलब्धा अयनांशा नूतनकरणग्रंथीयगणिते स्वीकरणीयाः।

या ठरावाप्रमाणें करणग्रंथ करण्याची व्यवस्था लो० टिळक यांनीं केली; व पंचांगप्रवर्तन कमिटीतर्फे लो० टिळक, रा. दप्तरी, श्री. कृ. कोल्हटकर, रा. वि. पटवर्धन, प्रो० नाईक, रा. सा. आगाशे, वे. शा. सं. मोघेशास्त्री व पं. रघुनाथशास्त्री यांची एक करणग्रंथकमिटी नेमण्यांत येऊन नागपूरचे रा. केशव लक्ष्मण दप्तरी यांच्याकडून करणग्रंथ तयार करविण्यांत आला. करणग्रंथास लागणारा सर्व खर्च व करणग्रंथकर्त्यास पारितोषिक म्हणून एक हजार रुपये स्वतः लो० टिळकांनीं देऊन पंचांगशुद्धीच्या कार्याची पूर्तता केली. करणग्रंथ कसा असावा यासंबंधीं लो० टिळकांनीं खालील प्रमाणें प्रसिद्ध केलें होतें.

"सांगलीच्या ज्योतिषसंमेलनांत ठरल्याप्रमाणें करणग्रंथ लवकरच तयार करावयाचा आहे. हा करणग्रंथ असा असावा कीं, त्यावरून पंचांगाचें सर्व गणित सुलभ व्हावें; व त्याप्रमाणें वर्तविलेली ग्रहस्थिति दृक्प्रत्ययतुल्य असून सायन पद्धतीची असावी. पंचांगाध्याय निरयन असून अयनांश झीटापिशियम् म्हणजे रेवती नक्षत्रांतील ज्या ताऱ्याचे शर अत्यंत कमी आहेत (निःशररेवती योगतारा) त्या ताऱ्यापासून मोजलेले असावे.

पुष्कळ ज्योतिष्यांची तक्रार होती कीं, आम्हांस इंग्रजी पंचांगावर अवलंबून राहण्याची पराधीनता नको. आम्हांस करणग्रंथ तयार करून द्या, म्हणजे आम्ही त्याप्रमाणें पंचांगें वर्तवूं. करणग्रंथ तयार झाल्यानें या तक्रारीचें कारणच समूळ नष्ट झालें; व शके १८४३ पासून या करणग्रंथाधारें सर्वस्वी शुद्ध असें १८॥ अयनांशाचें पंचांग प्रसिद्ध होऊं लागलें. तथापि केतकरांसारखे कांहीं ज्योतिर्विद् या निकालाविरुद्ध आहेत. केतकरांचें म्हणणें शुद्धपंचांगांत आरंभस्थानीं घेतलेल्या तारेचा शर अल्प आहे तरी दक्षिण दिशेस आहे, तेव्हां झीटापिशियम् ही रेवतीची योगतारा मानतां येत नाहीं.

फलज्योतिष.

फलज्योतिष कसें निघालें.—ज्योतिषशास्त्रावरील ऐतिहासिक लेखांत फलज्योतिषाच्या इतिहासासंबंधीं थोडेंसें विवेचन पाहिजे. जगांत सर्व लोकांत अशी एक समजूत दृष्टीस पडते कीं, ज्या गोष्टी आपणांस एकमेकांशीं असंबद्ध दिसतात त्यांचा एकमेकांशीं वस्तुतः गूढ संबंध असतो; परंतु तो सामान्यांनां दिसत नाहीं. या प्रकारचे विचार सर्व लोकांत दृष्टीस पडतात, आणि त्यांत तथ्य नाहीं असें कोण म्हणेल ? प्रत्येक गोष्टीचे संबंध दूरवर पोंचतात,

व त्या सर्व संबंधांचें ज्ञान एकदम कधीं होत नाहीं. अजून देखील प्रत्येक शास्त्रविषयांत असा भाग आहे कीं तो आजच्या साहित्याच्या अभ्यासानें किंवा उपलब्ध साहित्याच्या आजच्या अभ्यासानें सोडवितां येत नाहीं. या प्रकारच्या कारणांमुळें, पुष्कळ गोष्टींच्या कारणांविषयीं मनुष्याचें मन साशंक असतें. निरनिराळ्या अडचणी व दुःखें यांचें शास्त्रीय पद्धतीनें निवारण करण्यास फार काल लागतो, परंतु मनुष्यप्राणी तर अधीर असतो. यामुळें परमेश्वरप्रार्थना, ग्रहशांति इत्यादि प्रकारचे उपाय सुचवून आपली पोळी पिकविण्यास त्या त्या तज्ज्ञांनीं उपजीवन करणाऱ्यांस अवकाश सांपडतो. अशा रीतीनें जे तोडगे वगैरे तात्पुरते उपाय उत्पन्न होतात त्यांत मंत्र, जादू, फलज्योतिष, ईश्वरोपासना यांची गणना आहे. असल्या प्रकारचे सर्व उपाय प्राचीन अथर्व्यांचा वर्ग करीत असे हें सुप्रसिद्ध आहे. अनेक अप्रगत जनसमाजांत वैद्य, पुरोहित, मांत्रिक आणि फलज्योतिषी यांचे धंदे एकच वर्ग करीत असे. यामुळें यांच्यांत जेव्हां वर्गीकरण होऊं लागलें, तेव्हां भूतविद्या, फलज्योतिष इत्यादि शास्त्रें अवतरलीं. प्रत्येक काळच्या भिक्षुकांनीं असल्या प्रकारच्या खोव्या विचारपद्धतींविषयीं, त्यांचा कधीं स्वीकार तर कधीं विरुद्धता अशी वृत्ति ठेवलेली आढळते.

या प्रकारच्या शास्त्रांचा विकास व्हावयाचा म्हणजे पुष्कळ अंशीं लोकांस ठकविण्याच्या पद्धतीची उजळणी व्हावयाची. पण त्यास येथें अवकाश नाहीं. येथें हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं, फलज्योतिषाचा पुरस्कार करणारे सर्वच लोक लवाड असतात असें नाहीं. पुष्कळांस ग्रहांचा आणि मनुष्याच्या आयुष्याचा संबंध असतो असें वाटत आहे, आणि असला वर्ग प्रत्येक देशांत आहे. आधुनिक भौतिकशास्त्रज्ञ देखील अशा प्रकारच्या वृत्तीपासून सर्वस्वीं अलिप्त आहेत असें म्हणतां येत नाहीं. सूर्यावरील डागांच्या संक्षोभाचा आपल्या पृथ्वीच्या हवापाण्याशीं—विशेषतः हिंदुस्थानांतील अवर्षणाशीं—संबंध जोडण्याचा प्रयत्न करण्यांत येत आहे तो कांहीं अंशीं अशाच प्रकारच्या वृत्तीमुळें होय. तथापि जेव्हां या प्रकारच्या प्रयत्नांस धंद्याचें स्वरूप येतें, जेव्हां त्यांत लवाडी सुरू होते. आपल्याकडे सध्यां या विषयाचा शास्त्रीय पद्धतीनें अभ्यास सुरू आहे असें म्हणतां येणार नाहीं. फलज्योतिष हें हिंदुस्थान, पश्चिम आशिया आणि यूरोप या देशांत थोडेंसें शास्त्रस्वरूप पावलें. याचा अर्थ त्यापासून कांहीं निश्चित फल प्राप्त झालें असें नाहीं. पण याविषयींचा अभ्यास थोडाबहुत व्यवस्थित करण्याचा प्रयत्न झाला आणि त्यापासून पुढें ज्योतिःशास्त्र निर्माण झालें.

आपल्याकडे फलज्योतिष अथर्वे करीत होते असें दिसतें. पण जेव्हां त्रैविद्यांनीं अथर्व्यांची विद्या घेऊन आपलें बस्तान बसविलें, त्या वेळेस मंत्रतंत्र, जादूटोणा, फलज्योतिष इत्यादि विषय आपल्या सूत्रग्रंथांत येऊं दिले नाहींत (वेदविद्या पृ. २१९ पहा) यावरून असें दिसतें कीं, फलज्योतिषाविषयीं वक्रदृष्टि आपल्या सुशिक्षित वर्गांत प्राचीन काळापासून होती. फलज्योतिषाचा प्रसार आपल्याकडे परकीयांशीं संबंध आल्यापासूनच अधिक झाला असावा असें अवकहडाचक्र वगैरे परकीय संस्कृतिमूलक संज्ञांवरून दिसतें.

भारतीय फलज्योतिष, संहितास्कंध.—वराहमिहिरांत फलज्योतिष पुष्कळ आलें आहे. परंतु वराहमिहिर ही परकीय कुलांतील व्यक्ति असावी असा कित्येकांकडून संशय व्यक्त करण्यांत आला आहे. ज्योतिषाच्या सर्व शाखांचें ज्यांत विवेचन आहे अशा भागास संहिता म्हणत असत. परंतु वराहमिहिराच्या वेळीं तें लक्षण फिरलें होतें. गणित आणि होरा यांखेरीज तिसऱ्या शाखेस त्या वेळीं संहिता म्हणत असत. पुढें लवकरच वराहसंहिता ग्रंथामध्यें जे विषय आले आहेत त्यांच्या विचारांचा लोप होऊन मुहूर्तग्रंथ हाच तिसरा स्कंध बनला. वराहसंहितेकडे पाहिलें असतां तिजमध्यें रविग्रहचार व त्यांचीं फलें, अगस्ति, सप्तर्षी इत्यादिकांच्या उदयांचीं फलें, वर्षफलें, राष्ट्रास होणारीं शुभाशुभ फलें इत्यादि ज्योतिषविषयक माहिती असून शिवाय राजमुकुटलक्षण, वास्तुकरण, उदकार्गल म्हणजे जमिनींत पाणी कोठें लागेल ही विद्या, वृक्षायुर्वेद, उद्भिज्जविचार, वज्रलेप म्हणून एक प्रकारचा चुना करण्याचें प्रकरण, वास्तुप्रतिष्ठा, प्रतिमाघडणविद्या, प्राणिलक्षणविद्या, कामशास्त्रविचार, रत्नपरीक्षा, इत्यादि अनेक व्यावहारिक विषयांचें विवेचन आहे. वराहानें जागोजाग गर्ग, पराशर, असित, देवल, वृद्धगर्ग, कश्यप, भृगु, वसिष्ठ, बृहस्पति, मनु, मय, सारस्वत, ऋषिपुत्र इत्यादि पूर्व ऋषींचा उल्लेख केला आहे. ह्या संहितेसारखे ग्रंथ पुढें मुळींच झाले नाहींत. पुढच्या ग्रंथांत फक्त मुहूर्त म्हणजे गर्भाधानादि संस्कार, प्रयाण व दुसरीं व्यावहारिक कृत्यें करण्यास शुभ मानल्या गेलेल्या वेळा या एका विषयाचाच जास्त ऊहापोह आला आहे. ज्योतिषाचेंच ज्ञान वाढण्यास व अस्तित्वांत राहण्यास मुहूर्तांच्या आवश्यकतेसंबंधीं कल्पनाच कारणीभूत झाली आहे.

मुहूर्तग्रंथांपैकीं प्रमुख ग्रंथ म्हटले म्हणजे, लल्लकृत रत्नकोश (शक ५६०), श्रीपतिकृत रत्नमाला (शक ९६१), भोजकृत राजमार्तण्ड व विद्वज्जनवल्लभ (शक ९६४), पद्मनाभकृत व्यवहारप्रदीप (श. १०७२), बल्लाळसेनकृत अद्भुतसागर (शक १०९०), कालिदासकृत ज्योतिर्विदाभरण (शक ११६४), केशवकृत विवाहवृंदावन (शक ११६५), शारंगधरकृत विवाहपटल (शक १४००), केशवकृत मुहूर्ततत्त्व (शक १४२०), पीतांबरकृत विवाहपटल (शक १४४४), कंचपल्लुकृत ज्योतिषदर्पण (शक १४७९), नारायणकृत मुहूर्तमार्तण्ड (शक १४९३), नीलकंठकृत तोडरानंद (शक १५०९), रामभट्टकृत मुहूर्तचिंतामणि (शक १५२२), शिवकृत मुहूर्तचूडामणि (शक १५४०), विठ्ठल दीक्षितकृत मुहूर्तकल्पद्रुम (शक १५४९), रघुनाथकृत मुहूर्तमाला (शक १५८२), महादेवकृत मुहूर्तदीपक (शक

१५८३), गणपतिकृत मुहूर्तगणपति (शक १६०७), गंगाधरशास्त्री दातारकृत संस्कृत मराठी मुहूर्तसिंधु (शक १८०५) हे आहेत.

सांप्रत पंचांगांत जीं वर्षफलें लिहितात तीं या प्रांतांत बहुधा कल्पलता या शक १५६४ मध्यें सोमदैवज्ञ यानें केलेल्या ग्रंथावरून लिहितात. शकुन हे संहितास्कंधाचेंच अंग आहे. त्याजवर नरपतिजयचर्या नांवाचा बराच प्राचीन ग्रंथ असून हा नरपति यानें शक १०९७ मध्यें अनहिलपट्टण येथें केला. त्याचप्रमाणें स्वरशास्त्र, म्हणजे नाकांतून वाहणाऱ्या वायूवर बसविलेलें शास्त्र, यावरहि रामवाजपेयीकृत समरसार वगैरे ग्रंथ प्रसिद्ध आहेत.

जातकस्कंध.—जातक किंवा होराशास्त्र यामध्यें जन्मलग्नीं असलेल्या ग्रहांपासून काय काय सुखदुःखादि होतील याचा विचार असतो. याच शाखेची ताजिक म्हणून एक पोटशाखा पुढें झाली.

आकाशांतल्या ग्रहांचा मनुष्याच्या जीविताशीं संबंध कसा असूं शकेल अशी शंका पुष्कळांस येते, व येणें साहजिक आहे. बावाजी काशीनाथ पटवर्धन महाडकर नामक एका ज्योतिष्याच्या भूतभविष्यकथनाचा अनुभव पाहून ह्या शास्त्रास आधारभूत अशीं कांहीं तरी तत्त्वें असावींत अशी कै. शं. बा. दीक्षित यांनां शंका आली होती. उपरिनिर्दिष्ट पटवर्धन ज्योतिष्यास शरीरलक्षणांवरून लग्न आणि ग्रह समजत इतकेंच नव्हे तर बापाच्या शरीरलक्षणांवरून त्यांनीं मुलाची जन्मकुंडली सांगितल्याचेहि दाखले दीक्षितांनीं दिले आहेत. कुंभकोंण येथील गोविंद चेट्टी नामक शूद्र ज्योतिष्याची तर याहूनहि अधिक ख्याति आहे.

जातकस्कंधावर सांप्रत उपलब्ध असलेले दैवीग्रंथ गौरीजातक आणि कालचक्रजातक हे असून अपौरुष किंवा आर्ष असे ग्रंथ पाराशरी, जैमिनीसूत्र व भृगुसंहिता हे आहेत. उपलब्ध पौरुषग्रंथांतील प्राचीनतम ग्रंथ म्हणजे वराहमिहिराचें बृहज्जातक होय. वराहमिहिरानें सत्य, मय, यवन, मणित्थ, जीवशर्मा, विष्णुगुप्त ह्या पूर्व आचार्यांचा उल्लेख केला आहे. व ह्याच ग्रंथावरील टीकाकार भटोत्पल ह्यानेंहि गार्गी, बादरायण, याज्ञवल्क्य, मांडव्य या वराहमिहिरपूर्व आचार्यांचा उल्लेख केला आहे. वराहमिहिरानें उल्लेखिलेला विष्णुगुप्त म्हणजे चाणक्य होय असें उत्पलानें म्हटलें आहे. यावरून हल्लींच्या पद्धतीचें जातकज्ञान शकपूर्व ४००।५०० पासून प्रचलित असावें; व शकापूर्वी ५०० च्या सुमारास मेषादि संज्ञा प्रचारांत आल्या तेव्हांच सांप्रतची जातकपद्धति प्रचारांत आली असावी. त्यापूर्वी अथर्व ज्योतिषांतली जातकपद्धति होतीच. जातकस्कंधाचे शेंकडों लहान मोठे ग्रंथ आहेत; परंतु त्यांपैकीं कित्येकांची सामान्य माहितीहि दीक्षितांसारख्या संशोधनतत्पर पंडितास मिळाली नाहीं. जातक ग्रंथांपैकीं पुढील ग्रंथांची प्रत्यक्ष किंवा परंपरागत माहिती मिळते.

पाराशरी.—या नांवाचा एक ग्रंथ ज्योतिष्यांच्या बोलण्यांत पुष्कळ आहे. याचे बृहत् व लघु असे दोन प्रकार असून त्यांपैकीं लघुपाराशरी उपलब्ध आहे. शके १८१४ मध्यें मुंबई येथील ज्ञानसागर छापखान्यांत बृहत्पाराशरी म्हणून एक ग्रंथ छापण्यांत आला. परंतु त्यांतील विषयावरून तो दुसराच ग्रंथ असावा, निदान त्यांत बरीच भेसळ झाली असावी असें दिसतें. वराहापूर्वीची ही पाराशरी नव्हे.

जैमिनिसूत्र.—या नांवाचा एक चार अध्यायांचा गद्यात्मक सूत्ररूप ग्रंथ हल्लीं पुष्कळ प्रसिद्ध आहे. परंतु त्यांतील रिक्क, आर ह्या यवनी शब्दांमुळें तो जसाच्या तसाच आहे कीं नाहीं याचा संशय येतो.

भृगुसंहिता.—हा ग्रंथ नांवावरून आर्ष दिसतो, परंतु वराहमिहिर व भटोत्पल यांच्या लिहिण्यांत न आल्यामुळें तो त्यांच्याहून प्राचीन असेल असें म्हणतां येत नाहीं. ह्या ग्रंथाचा कांहीं त्रुटित भाग कै. दीक्षित यांच्या पाहण्यांत आला होता. त्यावरून त्यांतील फलज्योतिष बरेंच जमणारें असावें असें त्यांचें मत झालें. ह्याच तऱ्हेचा भृगूक्त जातककल्पलता ग्रंथ आनंदाश्रम संस्थेंत छापला असून त्यांत सुमारें २०० कुंडल्यांचा १८०० श्लोकांत विचार केला आहे.

नाडीग्रंथ.—ह्याचा उल्लेख चिदंबरम् अय्यर बी. ए. ह्यांनीं 'दि हिंदू झोडिआक्' नामक ग्रंथांत केला आहे. त्यावरून ह्या प्रकारचे पांच ग्रंथ त्यांस माहित होते असें दिसतें. ह्या नाडीग्रंथांतील ग्रहस्थिति जर नॉटिकल आल्मनॅकशीं ताडून पाहिली तर फार थोडा फरक आढळतो. ह्यावरून मद्रास इलाख्यांत अशा प्रकारचे बरेच ग्रंथ सांपडतील असें वाटतें.

यवनाचार्य.—ह्याचा वराहमिहिरानें उल्लेख केला आहे, व वराहाच्या बृहज्जातकावरील टीकाकार भटोत्पल यानें स्फुजिध्वज नांवाच्या यवनेश्वर जातकशास्त्रकर्त्याचा उल्लेख केला आहे. हल्लींहि मीनराजजातक नांवाच्या एका उपलब्ध ग्रंथास 'यवनजातक' ही संज्ञा आहे; परंतु या तिहींमध्यें कांहींच मेळ दिसत नाहीं. कदाचित् प्राचीन ग्रंथांत संक्षेप किंवा विस्तार होऊन मागचे ग्रंथ झाले असावेत.

बृहज्जातक व लघुजातक.—हे वराहमिहिराचे ग्रंथ व वराहमिहिरपुत्र पृथुयशा याचा ग्रंथ षट्पंचाशिका हे सांप्रत प्रचारांत असून या तिहींवर उत्पलाची व इतर बऱ्याच ग्रंथकारांच्या टीका आहेत. कल्याणवर्मा नामक पंडिताचा शक ८२१ च्या सुमारास झालेला सारावलि नामक ग्रंथ आहे. ह्याखेरीज विद्यारण्यकृत भावनिर्णय, केशवकृत जातकपद्धति, ढुंढिराजकृत जातकाभरण (शक १४६०), विश्वनाथकृत होरास्कंधनिरूपण (शक १५००), नृहरिकृत जातकसार, समुद्रजातक, होराप्रदीप, जन्मप्रदीप, नारायणकृत होरासारसुधानिधि व नरजातक व्याख्या (शक १६६०), राघवकृत पद्धतिचंद्रिका, अनंताचार्य म्हाळगीकृत अनंतफलदर्पण व आपाभटीजातक (शक १७९८), वगैरे ग्रंथ आहेत.

जातकांत केरल मत म्हणून एक निराळें मत असून त्यांत इतर ग्रंथांतील नियमांहून कांहीं भिन्न नियम आहेत असें दिसतें. त्याचप्रमाणें प्रश्न पाहण्याच्या अनेक पद्धतींचा समावेश होरास्कंधांतच करण्यांत येतो. ह्या विषयावर प्रश्ननारदी हा ३२ श्लोकांचा लहानसा आर्ष ग्रंथ असून भटोत्पलकृत प्रश्नज्ञान हा ७० आर्यांचा ग्रंथ आहे.

रमल.—होरास्कंधांतच रमल अथवा पाशकविद्या म्हणजे फांसे टाकून त्याप्रमाणें प्रश्नाचें उत्तर सांगण्याची प्रश्नविद्या हा एक भाग असून त्याजवरहि संस्कृत ग्रंथ उपलब्ध आहेत. ह्यांतील परिभाषा अरबीच आहे. रमलचिंतामणि नांवाचा ७०० श्लोकांचा ग्रंथ चिंतामणिकृत (शक १६०० पूर्वीचा) आहे. रमलामृत नांवाचा जयरामकृत ८०० श्लोकांचा दुसरा एक ग्रंथ प्रसिद्ध आहे. शिवाय स्वप्न व पल्लीपतन हीं संहिता किंवा होरा या दोहोंचीं अंगें असून त्यांवरहि कांहीं स्वतंत्र ग्रंथरचना आढळते.

ताजिक.—ही होरास्कंधाची शाखा मुख्यतः यवनांपासून घेतली आहे. याचा अर्थ इतकाच कीं, वर्षप्रवेशकालीं जें लग्न असेल त्यावरून म्हणजे वर्षलग्नावरून फलें सांगणें ही कल्पना व तत्संबंधीं कांहीं संज्ञा यवनांपासून घेतल्या. बाकी बहुतेक नियम मूळचे भारतीयच आहेत. यावर बलिभद्रकृत हायनरत्न, ढुंढिराजात्मज गणेशकृत ताजिकभूषणपद्धति (शक १४८०), समरसिंहकृत ताजिकतंत्रसार (इ. स. १३००), केशवकृत ताजिकपद्धति, हरिभट्टकृत जातकसार (शक १४४५), नारायणकृत ताजकसुधानिधि (शक १६६०), वगैरे अनेक ग्रंथ आहेत.

यानंतरहि फलज्योतिषाविषयीं अनेक लहान मोठीं पुस्तकें झालीं आहेतच. फलज्योतिषाबरोबर ग्रहपूजनहि आपल्याकडे प्रचलित झालेलें दिसतें. ग्रहणावर पोट भरणारे मांग त्या प्रवृत्तींचेच सूचक आहेत. शिवाय शनिमाहात्म्यासारखे गुजराथींतून मराठींत आलेले ग्रंथहि त्या प्रवृत्तीच्या विस्तृततेचे द्योतक आहेत. मधून मधून शनीचीं देवळेंहि (उदाहरणार्थ इंदूर व उमरावती येथील) दृष्टीस पडतात.

पाश्चात्त्य फलज्योतिष.–आतां पाश्चात्त्य संस्कृतींतील फलज्योतिषाकडे वळूं. सर्वसाधारण रीतीनें असें म्हणतां येईल कीं, ज्याप्रमाणें किमयाशास्त्रापासून रसायनशास्त्र उत्पन्न झालें त्याचप्रमाणें फलज्योतिषापासून ज्योतिःशास्त्राची वाढ झाली. कदाचित् ज्योतिःशास्त्र हें फलज्योतिषाच्या अगोदर निर्माण झालें असेल. परंतु फलज्योतिषाची त्यानंतर फार भरभराट झाली यांत शंका नाहीं. प्राचीन ज्योतिर्विदांनां चंद्र पूर्ण केव्हां होतो, तो नाहींसा केव्हां होतो, वगैरे प्रश्नांचें बरोबर उत्तर देण्याइतकें ज्ञान ज्योतिर्निरीक्षणानें झालें, तेव्हां या ज्योतींचें मनुष्यावर काय परिणाम होतात हें पहाण्याकडे ते साहजिकच प्रवृत्त झाले. पुढें जेव्हां त्यांनां चंद्रसूर्योच्या ग्रहणकालाबद्दल बिनचूक भविष्य ज्योतिःशास्त्राच्या आधारें करतां येऊं लागलें, तेव्हां या ज्योतिर्विदांच्या अलौकिक ज्ञानाबद्दल लोकांनां फार आश्चर्य वाटून त्यावर त्यांची श्रद्धा बसली. अशा स्थितींत या गूढविद्येचा उपयोग स्वतःला पैसे मिळविण्याच्या कामीं या ज्योतिर्विदांनीं केला असल्यास नवल नाहीं. पुढें पुढें जेव्हां फलज्योतिष सांगणें हें आर्थिक दृष्ट्या फायद्याचें झालें, त्या वेळेस मोठे ज्योतिषी देखील पोटासाठीं म्हणून फलज्योतिषाचा धंदा करूं लागले. प्रसिद्ध ज्योतिर्विद केप्लर हा अशांपैकींच एक होता. त्याचा स्वतःचा फलज्योतिषावर विश्वास नव्हता. तो 'मी माझ्या पोटासाठीं हा धंदा करतों' असें उघड उघड सांगत असे. फलज्योतिष हें ज्योतिषशास्त्राचें अपत्य आहे, व आपल्या मोहकपणाच्या बळावर पैसे मिळवून त्यानें आपल्या जनकाला आधार दिला पाहिजे असें तो म्हणत असे.

अशा रीतीनें हें फलज्योतिष समाजांत एकदां रूढ झाल्यावर, ज्योतिषशास्त्राचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास करण्याची जरूर न राहिल्यामुळें बरेच ढोंगी ज्योतिषी उदयास आले. तथापि अशा स्थितींत देखील असे कित्येक फलज्योतिषी होते कीं, त्यांनां ज्योतिर्गणित येत असे, व नक्षत्रांचे वेध घेऊनच ते फलज्योतिष वर्तवीत असत. सूर्य व मंगळादि ग्रह एखाद्याच्या जन्माच्या वेळीं कोणकोणत्या राशींमध्यें आहेत हें पाहून नंतर ते एका कागदावर बारा घरांचा नकाशा काढून त्यांमध्यें निरनिराळे मांडीत. येथपर्यंत शास्त्रीय दृष्ट्या सर्व बरोबर होतें. परंतु ज्या वेळेस कुंडलीवरून ते त्या मुलाबद्दलचें भविष्य वर्तवीत असत, त्या वेळेस फलज्योतिष्याला खरें शहाणपण व कल्पना लढवावी लागत असे. नुसतें भविष्य वर्तवून या ज्योतिष्यांची जबाबदारी संपत नसे. कुंडलीवरून जर एखादें संकट वर्तविलें गेलें, तर त्या संकटाच्या परिहारार्थ उपाय सुचविणें हेंहि हे ज्योतिषी आपलेंच कार्य समजत.

सारांश, एखाद्या मनुष्याची जन्मपत्रिका वर्तविणें एवढेंच काम फलज्योतिष्याचें नसून, शत्रूंच्या स्वारीविषयीं व त्यांच्या हालचालींविषयीं, तसेंच एखाद्या चोरीच्या मालाचा पत्ता कोठें व केव्हां लागेल अशा अनेक तऱ्हेच्या व्यावहारिक गोष्टींविषयीं देखील त्याला भविष्य वर्तवावें लागत असे. अशा परिस्थितींत प्रत्येक वेळीं फलज्योतिष्याला ज्योतिर्निरीक्षण करून भविष्य वर्तवणें शक्य नसतें. यामुळें ज्योतिष्याला मुखावरून सामुद्रिक वर्तविण्याची कला अवगत करून घ्यावी लागे, व मनुष्यस्वभावाचेंहि ज्ञान मिळवावें लागे. आपल्यावर विश्वास बसविण्यासाठीं, कधीं कधीं त्यांनां खरी पत्रिकाहि बदलावी लागत असे. ह्या धंद्यानें कित्येक ज्योतिष्यांनां प्रसंगविशेषीं पेंचांतहि आणलें आहे.

कारण, एखादा फलज्योतिषी प्रसिद्धीस आला कीं त्याला राजदरबारीं ठेवीत असत; परंतु एखादे वेळेस त्याचें भविष्य खोटें ठरलें म्हणजे त्याची बदनामी होऊन प्रसंगविशेषीं त्याच्या जिवाला देखील अपाय होण्याची भीति असे. सामान्यतः ज्योतिषाची भरभराट स्तिमित युगांत झाली असें

म्हणतां येईल; तथापि १६व्या आणि १७ व्या शतकांत ती अतिशयच झाली. प्रत्येक राजदरबारी फलज्योतिष्यांची नेमणूक होत असे, व राजेलोक लढाईंच्या पूर्वी त्यांचा सल्ला घेतल्याशिवाय कधींहि लढाईस जात नसत. कोपर्निकसाच्या उपपत्तीनें फलज्योतिषास विशेषसा धक्का बसला नाहीं; इतकेंच नव्हे तर हल्लींच्या शास्त्रीय युगांत सुद्धां, खंडोगणती कानाकोंपऱ्यांतले फलज्योतिषी बाजूला ठेविले तरी, अनेक विद्वानांनीं फलज्योतिषाचा पुरस्कार केलेला आढळून येतो. दर वर्षी फलज्योतिषाच्या मंडनपर असें एखादें तरी पुस्तक प्रसिद्ध झालेलें आपल्याला दृष्टीस पडतेंच. पूर्वी लिहिलेल्या पुस्तकांतील व हल्लींच्या पुस्तकांतील मुद्दे एकाच प्रकारचे असतात, तरी हल्लींच्या पुस्तकांत तेच मुद्दे फार गोंडस रीतीनें मांडले जातात.

इंग्लंडमध्यें, विशेषतः विल्यम आणि मेरी यांच्या कारकीर्दींत फलज्योतिषाची फार चलती होती. लंडनच्या इ. स. १६६६ मधील भयंकर आगीनंतर पार्लमेंटनें सार्वजनिक रीत्या लिलि नामक एका प्रसिद्ध फलज्योतिष्याला, त्या आगीसंबंधीं भविष्य वर्तविल्याबद्दल जाब देण्यास बोलावलें. कांहींहि कारणामुळें असो, पण लिलीनें असलें भविष्य आपण वर्तवल्याचें नाकबूल केलें; व असलीं क्षुल्लक भविष्यें वर्तविण्याची माझी संवय नसून भविष्यत्कालच्या लोककल्याणाच्या मोठमोठ्या गोष्टींकडेच मी विशेष लक्ष घालीत असतों असें त्यानें उत्तर दिलें. त्यानें वर्तविलेल्या भविष्यावरची त्याची टीका वाचली, म्हणजे तें किती असत्य होतें हें सहज दिसून येईल. परंतु त्या वेळच्या लोकांनां तें अगदीं सत्य भासत असे. उदाहरणार्थ, तो एकदां असें म्हणाला कीं, ग्रीक लिपींत इ. स. १५८८ मध्यें जें एक भविष्य वर्तविलें गेलें आहे त्यावरून आपणाला इ. स. १६४१ आणि १६६० मध्यें, इंग्लंडवर एक मोठें संकट येणार असें निश्चयानें म्हणतां येतें. या भविष्यांतील शब्द पुढें दिल्याप्रमाणें होते; "त्याच्यानंतर एक भयंकर मृत मनुष्य येईल, व त्याच्या बरोबरच एक कुलीन 'जी' नांवाचा राजवंशीय पुरुष अवतरून तो राजा होईल; व इंग्लंडची विघडलेली घडी नीट बसवील.' या भविष्याचा खुलासा त्यानें असा केला कीं यांत ज्या मनुष्याचें 'मृत' म्हणून वर्णन आलें तो मनुष्य 'मंक' या नांवाचा लॉर्ड जनरल होय. त्याला मृत म्हणण्याचें कारण (मंक या शब्दावर कोटी करून) मंक म्हणजे धर्मगुरूची सत्ता, ही ऐशीनव्वद वर्षांपासून अगदीं नाहींशी झालेली आहे. तसेंच 'जी' नांवाचा राजवंशीय पुरुष दुसरा चार्लस हा होय. कारण, 'जी' च्या उच्चाराचें ग्रीकमध्यें ग्यामा हें अक्षर असून लॅटिनमध्यें ग्यामाच्या जागेंत 'सी' हें अक्षर आहे, व चार्लसमधील पहिलें अक्षरहि 'सी' हेंच आहे. अशा प्रकारें लिलीनें, खोटीं ठरलेलीं भविष्यें देखील कांहीं तरी खुलासा देऊन खरीं भासविलीं आहेत. शिवाय पुष्कळशीं भविष्यें, एखादी गोष्ट घडून गेल्यानंतरच त्यानें प्रसिद्ध केलेलीं आहेत. कांहीं भविष्यें त्यानें अगदीं सामान्य शब्दांत सांगितलीं आहेत. त्याच्या वेळचा दुसरा एक प्रसिद्ध फलज्योतिषी जॉर्ज व्हार्टन हा होय. तो लिलीइतका प्रसिद्ध नव्हता, व त्या काळीं त्याला लिलीइतका मानहि मिळत नसे.

नेपोलिअन पदच्युत झाल्यानंतर व त्याच्या मरणानंतर कांहीं लोकांनीं त्याच्या पदच्युतिबद्दल व मृत्यूबद्दल वर्तविलेलीं भविष्यें उघडकीस आलीं. चवथा जार्ज इ. स. १८३० त मरण पावल्यावर असाच एक भविष्याचा कागद प्रसिद्ध झाला. यांत त्या राजाच्या मृत्यूचें तंतोतंत भविष्य दोन वर्षांपूर्वी एका ज्योतिष्यानें, त्यास आपण ज्या पत्रिकेवरून भविष्य वर्तवीत आहों ती राजाची आहे हें ठाऊक नसतांहि कसें वर्तविलें तें सांगितलें होतें. या भविष्याबद्दलची सर्व हकीकत रोवेंक नांवाच्या एका १९ व्या शतकांतील फलज्योतिष्यानें श्रद्धापूर्वक दिलेली आढळते.

परंतु इंग्लंडपेक्षां देखील यूरोपखंडांतील इतर देशांत ज्योतिष्यांनां अधिक मान मिळत असे. शार्लेमेन व त्याच्या मागून झालेल्या राजांनीं त्यांनां हांकून लावण्याचा निश्चय केला, परंतु अकराव्या लुईनें व कॅथेराइन डी मेडिसीनें त्यांनां आश्रय देऊन जास्त उत्तेजनच दिलें. कांहीं कांहीं वेळां तर ज्योतिष्यांनीं लोकांचा आपल्यावर विश्वास बसविण्यासाठीं, 'आग लागेल' अशा प्रकारचीं भविष्यें वर्तवून आपलें भविष्य खरें करण्यासाठीं स्वतःच आग लावण्याचे प्रयत्न केलेलेहि आढळून आलेले आहेत.

ज्या मानानें शास्त्रीय शोध जास्त लागत चालले, त्या मानानें फलज्योतिषाला उतरती कळा लागली. कोपर्निकसाच्या सिद्धांतानें या शास्त्राला कांहीं अंशीं धक्का बसला. फलज्योतिषाचा धंदा करणारा परंतु अत्यंत प्रख्यात असा ज्योतिषी टायको ब्राही हाच शेवटचा होऊन गेला असें म्हटलें तरी चालेल. टायको हा डेन्मार्कमधील राजाश्रयांतला फलज्योतिषी होता. इ.स.१५७७ मध्यें दिसलेल्या एका शेंडेनक्षत्रावरून त्यानें असें भविष्य वर्तविलें होतें कीं, उत्तरेकडील फिनलंडांत एक राजा जन्मास येऊन तो जर्मनी उध्वस्त करील व १६३२ मध्यें परलोकास जाईल. या भविष्याप्रमाणें गुस्टाव्हस आडॉल्फस फिनलंडमध्येंच जन्मलेला असून त्यानें जर्मनी पादाक्रांत केली व इ. स. १६३२ मध्यें मरण पावला, ही गोष्ट इतिहासप्रसिद्ध आहेच. या टायकोच्या भविष्यकथनामुळें लोकांचा फलज्योतिषावरील विश्वास फार वाढला. खुद्द केप्लरनें मोठा कडक हिंवाळा पडेल असें एकदां केलेलें भविष्यहि खरें ठरलें होतें. ५ वा चार्लस राजा व १ ला फ्रान्सिस राजा हे लढाया देण्यापूर्वी फलज्योतिष्यांचा सल्ला घेत असत.

कालांतरानें फलज्योतिषावर विश्वास कमी कमी होत चालला, व हा धंदा अप्रतिष्ठित झाला. लोकांचा विश्वास अजीबात गेला असें मात्र म्हणतां येत नाहीं. पांडित्यपूर्ण

फलज्योतिषी अजूनहि थोडेबहुत दृष्टीस पडतात. यूरोपांतील फलज्योतिष्यांत झाडकील, आलन, लिओ हीं ठळक नांवें सर्वपरिचित आहेत.

प्रकरण ९ वें.

वैद्यक-भारतीय व पाश्चात्य.

ज्योतिषाप्रमाणेंच अत्यंत प्राचीन असें दुसरें शास्त्र (किंवा कला) म्हटलें म्हणजे वैद्यक हें होय.

वैद्यक शास्त्राचा जन्म मनुष्येतिहासाबरोबरच झाला असें म्हणतां येईल. भारतीय वैद्यकाची गति कांहीं शतकें खुंटली आहे, तथापि त्याच्या पुनरुज्जीवनार्थहि आज चळवळ चालू आहे. तिचें फल पाश्चात्य वैद्यकास महत्त्वाचें परिशिष्ट या स्वरूपांत प्राप्त होईल असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. पण यांत फारशी खेदाची गोष्ट नाहीं. पुढें दिलेल्या माहितीवरून असें दिसून येईल कीं, पाश्चात्य वैद्यक हें बऱ्याच अंशीं भारतीय वैद्यकाचाच विकास आहे. भारतीय वैद्यकानें अरबी वैद्यक सुसंपन्न केलें, आणि अरबी वैद्यकानें पाश्चात्य वैद्यक उद्धरलें. अशा स्थितींत पाश्चात्य वैद्यकाचें ग्रहण म्हणजे आर्य वैद्यकाच्या एका शाखेचें ग्रहण होय. जुनें आर्य वैद्यक आजच्या पाश्चात्य वैद्यकाच्या बरोबरीचें होईल असें म्हणणें म्हणजे मध्य युग आणि आजचें युग हीं एका दर्जाचीं आहेत असें म्हणण्यासारखें आहे. भारतीय वैद्यक गेल्या हजार वर्षांत मुळींच वाढलें नाहीं असें नाहीं. उलट त्यांत महत्त्वाची भर पडली आहे. ही गोष्ट नीटपणें लक्षांत यावी म्हणून आजच्या कालापासून प्राचीन कालाकडे दृष्टि नेणारी जॉलीनें वापरलेली इतिहासपद्धति आम्ही अवलंबितों.

भारतीय वैद्यक

अर्वाचीन ग्रंथ.—जुनी वैद्यकपद्धति आजहि अस्तित्वांत आहे; आणि पाश्चात्य वैद्यकविद्यालयें, रुग्णालयें व त्याचप्रमाणें पाश्चात्य औषधें हीं अस्तित्वांत असतांना देखील, हिंदुस्थानांत जुन्या आयुर्वेदिक पद्धतीच्या वैद्यांकडेच पुष्कळ लोकांचा फार ओढा आहे. बंगाल्यांत वैद्यास कविराज म्हणतात व हे आजचे वैद्य पूर्वींचें जुने औषधोपचारच करीत असतात. त्यांनीं पूर्वपद्धतीला अनुसरून ग्रंथरचना देखील केली आहे. अर्वाचीन ग्रंथकार विनोदलाल यांचें दोन भागांत लिहिलेलें आयुर्वेदविज्ञान, एक हजार वर्षांपूर्वी सुद्धां असेंच लिहिलें गेलें असतें. उमेशचंद्रगुप्तानें रचलेला वैद्यकशब्दसिंधु नांवाचा जो संस्कृत कोश आहे त्यांत वैद्यशास्त्रपरिभाषांचा सटीक व वैद्यक ग्रंथांतून घेतलेल्या उताऱ्यांसह संग्रह केला आहे. औषधिविज्ञानाचे पुष्कळ चांगले चांगले ग्रंथ आहेत; उदाहरणार्थ, के. बी. लाल सेनगुप्ताचें आयुर्वेदीय द्रव्याभिधान, के. के. प्रसन्न विट सरकार व भोलानाथ शर्मा यांचे ग्रंथ (हे सर्व कलकत्त्यास छापून प्रसिद्ध झाले आहेत), गोडबोले यांचें निघंटुरत्नाकर व दत्ताराम चौबे यांनीं केलेलें बृहन्निघंटुरत्नाकर (हीं पुस्तकें मुंबईत प्रसिद्ध झालीं आहेत) इत्यादि. पुष्कळ वैद्य अलीकडे कळून आलेलीं औषधेंहि वापरीत आहेत. उपर्युक्त ग्रंथांपैकीं शेवटल्या दोन ग्रंथांतून अर्वाचीन वस्तूंचा व तत्त्वांचा उपक्रम आढळून येतो; उ० अननस, तंबाखू, डाक्टरीमतानुसार मूत्रपरिक्षा इत्यादि विषयांवर त्यांत लेख येतात.

तसेच कांहीं विशिष्ट विषयावर लिहिलेले लेखहि आढळतात. उदाहरणार्थ, चोबासिनिप्रकार (सुप्रसिद्ध रणजित सिंगाच्या वेळचें)—उपदंश व अन्य रोग यांवर उपचार म्हणून चोबासिनि (सार्सापरिला) औषधिविज्ञान.

यांतील बहुतेक ग्रंथांचीं बंगाली, हिंदी, गुजराथी, मराठी, सिंहली व इतर हिंदुस्थानांतील अर्वाचीन भाषांतून भाषांतरें झालेलीं आहेत. कांहीं ग्रंथ निवळ अर्वाचीन भाषांतच लिहिलेले आहेत. कांहीं जुने संस्कृत ग्रंथ निवळ मूळ अथवा सार्थ व सटीक असे नेहमीं पुन्हां पुन्हां प्रसिद्ध होत असतात. यामध्यें विशेष प्रशंसनीय प्रयत्न म्हणजे पुण्यांतील आनंदाश्रम ग्रंथावलींतून प्रसिद्ध होत असलेल्या संस्कृत ग्रंथांच्या निरूपणात्मक प्रती होत. जास्त दुर्लभ असे इंग्रजी ग्रंथ म्हणजे बाबू उमेशचंद्र दत्तांचें भारतीय औषधिविज्ञान (मटीरिआ मेडिका ऑफ दि हिंदूज), सर भगवतसिंगजींनीं केलेला आर्यवैद्यकाचा संक्षिप्त इतिहास, ए. सी. के. चें चरकाचें भाषांतर हे होत. आर्यवैद्यकाची गोडी असणाऱ्या इंग्रजी वाचकांनां हे ग्रंथ फारच अमूल्य आहेत. मुंबईच्या निर्णयसागर छापखान्यांतहि, सुश्रुत, चरक, वाग्भट, माधव, शार्ङ्गधर इत्यादिकांचे ग्रंथ उपयुक्त टीकांसह छापले आहेत. तसेच व्यंकटेश्वर प्रेसनेंहि उपर्युक्त निघंटुरत्नाकरादि अनेक उपयुक्त ग्रंथ छापले आहेत.

मराठींतील वैद्यक वाङ्मय बरेंच आहे. त्यांत पाश्चात्य आणि भारतीय या दोन्ही पद्धतींतून भर पडली आहे. तसेंच कांहीं औषधीबाडेंहि छापलीं गेलीं आहेत. पाश्चात्य वैद्यक आलें म्हणजे केवळ अलोपाथीच आली असें नाहीं; तर होमिओपाथी व दुसऱ्या पाश्चात्य पद्धतींवरहि पुस्तकें मराठींत दिसतात. तसेंच वैद्यक शास्त्र अगदीं सोपें करून टाकणाऱ्या ज्या डॉ० कुन्हे यासारख्या पाश्चात्य लोकांनीं पद्धती काढल्या आहेत त्यांचाहि प्रचार आपल्याकडे झाला आहे. वैद्यक सोपें करून टाकणाऱ्या कांहीं सवंग पद्धती आपल्या कडेहि जन्मास येत आहेत; उदाहरणार्थ, समोष्णीकरण पद्धति घ्या. ही पद्धति प्रसृत करणारा मनुष्य इतरांस अपरिचित असें कांहीं तरी तत्त्व मीं शोधून काढलें आहे अशी स्वतःची कल्पना करून घेतो आणि पुस्तक लिहितो. या इसमानें मुंबईला धंदाहि सुरू केला होता. असो.

मराठीमध्यें पाश्चात्य वैद्यक प्रसृत करणारे ग्रंथ वाढत आहेत; आणि सुइणीचा धंदा करणारा वर्ग इंग्रजी जाणणारा नसल्यामुळें बाळंतपणाच्या विषयावर व स्त्रीरोगावर कांहीं

पुस्तकें दृष्टीस पडतात. मराठींत पाश्चात्य वैद्यकावर 'भिषग्विलास' हें मासिक बरींच वर्षें चाललें आहे; आणि त्यांत पाश्चात्त्य व देशी वैद्यक या दोहोंची सांगड घालण्याचा किंवा या दोन्ही पद्धतींमार्फत वाचकांची सेवा करण्याचा प्रयत्न चालला आहे. 'आर्यभिषक्' हें मासिक पदेशास्त्री यांनीं अनेक वर्षें चालविलें होतें. त्या मासिकाचें ध्येय केवळ भारतीय वैद्यकविषयक माहितीच गिऱ्हाइकास द्यावयाची असें राहिलें नाहीं. मुंबईस 'आयुर्वेद' नांवाचें मासिक चालू असून तें आर्यवैद्यकाचें कट्टें पुरस्कर्तें आहे.

१६ पासून अठराव्या शतकांतील ग्रंथ.—१९व्या शतकाच्या मागच्या वैद्यकग्रंथांच्या कालनिर्णयासंबंधांत वरीच अडचण असे. वैद्यकावरचे मोठमोठे संस्कृत ग्रंथ कांहीं सबंध तर कांहीं थोडथोडे त्या वेळीं छापले गेले होते. व कांहीं ग्रंथनामावलीवरूनच माहीत होते. कांहीं मोठे सुप्रसिद्ध ग्रंथ खेरीज करून, फारच थोड्यांचा सुलभ रीतीनें कालनिर्णय करितां येई. ग्रंथांचे काल त्या त्या ग्रंथांत दिलेले असत किंवा अंतःस्थ पुराव्यावरून त अजमावतां येत.

सिंगजीच्या मतें पुष्कळ ग्रंथांचे काल ठरवितां येतात. तो खालील ग्रंथांचा काल १८ व्या शतकाचा आहे असें म्हणतो:

आ तं क ति मि र भा स्क र.—कर्ता बालराम, बनारस; या मोठया ग्रंथांत चहाचा उल्लेख आहे.

आ यु र्वे द प्र का श.— कर्ता माधव, इ. स. १७१३ (एका लेखांत १७८६ हा काल दिला आहे).

यो ग त रं गि णि. —कर्ता त्रिमल्ल, १७५१ (पण हा चिकित्साग्रंथ याहिपेक्षां फार जुना असावा. कारण याच्या एका प्रतींत त्रिमल्लानें इ. स. १४९८ त लिहिलेल्या ग्रंथाचा उल्लेख सांपडतो.

उमेशचंद्रगुप्ताच्या फारशा विश्वसनीय नसलेल्या विधानांवरून खालील ग्रंथ १८ व्या शतकांत ठेवावे लागतात.—

भै ष ज्य र त्ना व ली.—कर्ता गोविंददास, दत्ताच्या औषधिविज्ञानांत उल्लेखिलेला हा चिकित्सासंग्रह आहे.

रा ज व ल्ल भी य द्र व्य गु ण.—कर्ता नारायण, १७६० याचाहि दत्तानें उल्लेख केला आहे (कलकत्ता १८६४).

प्र यो गा मृ त.—कर्ता वैद्य चिंतामणि; रोगनिवारणासंबंधीं विस्तृत ग्रंथ.

वै द्या मृ त.—कर्ता नारायण.

वै द्य रा जा चा ख बो ध.—रोगनिवारणावर ग्रंथ; याचा काल "१६२४" सा दिला आहे. तो शक धरल्यास इ. स. १७०२; व विक्रम संवत् धरल्यास इ. स. १५६७ होतो.

१७ व्या शतकांतील ग्रंथ.—या शतकांतील कांहीं ग्रंथांचे कर्ते व काळ पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत.—

वै द्य वि ला स.—रघुनाथ पंडिताचा; काल १६९७; हें लहान छापील पुस्तक आहे.

वै द्य र ह स्य.—विद्यापतीचें; काल १६८२; यांत उपदंशाविषयीं उल्लेख आलेला आहे (सिंगजीच्या मतें याचा काल १६९८ आहे पण याच्या एका हस्तलिखिताचा व संकलनाचा काल यांमध्यें घोटाळा झाला आहे).

चि कि त्सा र त्ना व ली.—कविचंद्राचें; काल १६६१; निदान व चिकित्सा यांवरील ग्रंथ; ह्रास व एगलिंग यांच्या मतें हा ग्रंथ माधवनिदानाची नक्कलच आहे.

वृ त्त (?) र त्ना व ली.—मणिराम मिश्राचें; काल १६४१; हा एक लहान ग्रंथ आहे.

यो ग सं ग्र ह.—जगन्नाथाचा; काल १६१६; यांत रोगचिकित्सा आहे.

यो ग र त्ना क र.—कर्ता अज्ञात आहे; हा आनंदाश्रम ग्रंथावलींत १८८९ त प्रसिद्ध झाला; यांत शस्त्रक्रिया व शारीरशास्त्र खेरीज करून सर्व औषधोपचार आलेले आहेत; निर्णयसिंधु (१६११), भावप्रकाश (१६ वें शतक) यांचा व इतर अर्वाचीन ग्रंथांचा यांत उल्लेख आहे, पण हा ग्रंथ १७४६ (या ग्रंथाच्या शेवटच्या हस्तलिखिताचा काल) नंतर लिहिला जाणें शक्य नाहीं.

लो लिं व रा जा चें वै द्य जी व न.—हा रोगचिकित्सेचा लहानसा ग्रंथ कृत्रिम छंदांत लिहिलेला असून त्यांत मधून मधून शृंगारिक मजकूरहि आहे. ह्या लोकप्रिय ग्रंथावर पुष्कळ टीका असून, निरनिराळ्या भाषांतून याचीं भाषांतरें आहेत. सिंगजीच्या मतें हा ग्रंथ १६३३ त लिहिला गेला; पण बावरहस्तलिखितावरून याचा काल १६०८ असावासें दिसतें.

१६ व्या शतकांतील ग्रंथ.—या शतकांतील महत्त्वाचे ग्रंथ खालीं दिले आहेत.

भा व प्र का श.—कर्ता भावमिश्र; हा काशींत प्रख्यात वैद्य होता असें म्हणतात. प्रत जीवानंद विद्यासागरची वापरली आहे. छपाईंत पुष्कळ चुका आहेत, तरी एकंदरींत हीच प्रत विश्वसनीय होय.

भावप्रकाश हा ग्रंथ १५५८-५९ च्या हस्तलिखितापेक्षां फार जुना नसला पाहिजे. कारण त्यांत फिरंग्यांनीं (पोर्तुगीजांनीं) इकडे आणलेल्या (इ. स. १५३५) उपदंशरोगाविषयीं उल्लेख आलेला असून त्यावर चोबासिनी (सार्सापरिला) चा उपाय सांगितला आहे. त्याच्या पूर्वखंडांत २ भाग व ६ प्रकरणें आहेत. यांतील विषय म्हणजे औषधोत्पत्ति, जगदुत्पत्तिशास्त्र, शारीरशास्त्र, गर्भविज्ञान, बालसंगोपन, आहारविज्ञान इत्यादि. मध्यखंड बराच मोठा असून त्याच्या चार भागांतून रोगनिदान व चिकित्सा यांविषयीं सांगितलें आहे. उत्तरखंड फार लहान असून त्यांत कामोद्दीपक पेयें व रसायनें दिलेलीं आहेत. यांतील विशेष महत्त्वाचा भाग म्हणजे त्यांत दिलेलीं बरींचशीं अवतरणें हीं होत. हीं पुष्कळ वेळां चरक व सुश्रुत यांच्या छापील प्रतींहून फारच भिन्न असूं शकतात.

गु ण र त्न मा ला.—भावमिश्राचा गुणरत्नमाला नांवाचा वरील ग्रंथापेक्षां लहान असा एक ग्रंथ अजून अप्रसिद्धच आहे.

आ यु र्वे द सौ ख्य.—विस्तार व विषय यामध्यें भावप्रकाशाशीं साम्य असलेला, व अकबर बादशहाचा प्रख्यात मंत्री तोडरमल्ल यानें रचिलेला (१५८९) आयुर्वेदसौख्य नांवाचा एक प्रतिभायुक्त वैद्यक ग्रंथ आहे. या मोठ्या कोशाच्या इतर भागांतील नाममालिकेमध्यें उल्लेखिलेल्या अतिप्राचीन हस्तलिखितांचा काल म्हणजे सोळाव्या शतकाची शेवटलीं तीस वर्षें हा होय.

यो ग चिं ता म णि वै द्य क सा र सं ग्र ह.—हर्षकीर्तिसूरि या जैन ग्रंथकारानें रचलेला योगचिंतामणिवैद्यकसारसंग्रह नांवाचा औषधियोजनांचा संग्रह, १५३५ आणि १६६८ किंवा १६६३ (दोन जुन्या हस्तलिखितांचा काल) यांच्या दरम्यान रचला गेला असला पाहिजे; कारण भावप्रकाशाप्रमाणें यांतहि फिरंग व चौवासिनि यांचा उल्लेख असून शिवाय अफू व पारा यांचाहि वारंवार नामनिर्देश येतो.

उत्तर-मध्ययुगांतील वैद्यकज्ञान—धातु, विशेषतः पोटांत व बाहेर देण्याकरितां पाऱ्याची योजना यांसंबंधीं रस, रसेंद्र वगैरेवरचे अर्धमुद्रित असे पुष्कळसे ग्रंथ या कालावधींत निर्माण झालेले आहेत.

नरहरीनें पारा सर्व रोग बरे करतो म्हणून मुद्दाम त्याची योजना ताप, संग्रहणी, कावीळ व इतर जुनाट रोग व पुढें पुढें तर उपदंश यावरसुद्धां केली आहे. पाऱ्याचें भस्म व त्याची औषधाच्या कामीं योजना, हीं मूळ अरबस्थानांत उत्पन्न झालीं असावीं असा तर्क आहे.

रस-प्रदीप, रस-रत्नप्रदीप, रसामृत, रसेंद्रचिंतामणि यांतील उतारे भावप्रकाशांत घेतले आहेत. आणि रसचिंतामणि, रसरत्नप्रदीप, रसरत्नावली, रसरहस्य, रसराजहंस, रससिंधु, रसार्णव, रसटंकार व रसावतार यांतील अवतरणें आयुर्वेदसौख्यांत सांपडतात. यावरून सोळाव्या शतकांत वरील ग्रंथ अस्तित्वांत असले पाहिजेत. कंकालयाच्या रसाध्यायावर मेरुतुंग या जैन लेखकानें १३८६ मध्यें जी टिका लिहिली आहे तींत वरील प्रकारच्या जुन्या ग्रंथांचा व्यक्त निर्देश केलेला आहे.

सर्वदर्शनसंग्रहांत वर आलेले रसार्णव, व त्याशिवाय रसहृदय व रसेश्वरसिद्धांत या ग्रंथांतील उतारे आहेत; हे तिन्ही ग्रंथ उशिरां म्हटलें तरी १३०० सालांत झाले असावेत.

नित्यनाथाच्या धात्वौषधि व रोगचिकित्सा यांवरील रसरत्नाकर नांवाच्या ग्रंथांत व रामचंद्राच्या वरीलसारख्याच रसेंद्रचिंतामणि या ग्रंथांत रसार्णवामधून अवतरणें घेतलीं आहेत (हे दोन्ही ग्रंथ कलकत्त्यास १८७८ त प्रसिद्ध झाले). रसरत्नाकार १५ व्या शतकांत अस्तित्वांत असला पाहिजे; कारण बावरहस्तलिखितांत, १४७३ त लिहिलेल्या एका लिखाणाचा निर्देश असून, त्याला रसरत्न—भारतीय वैद्यकावरील पर्शियन ग्रंथ असें नांव आहे; व त्याचा त्या वेळीं म्हणजे १६व्या शतकाच्या आरंभीं सर्वसाधारण उपयोग होई.

र स र त्न स मु च्च य.—हा ग्रंथ जर त्याचा संपादक म्हणतो त्याप्रमाणें व त्यानें आपल्या मतपुष्टीकरणार्थ दिलेल्या लेखानुरोधानें पाहतां खरा वाग्भटानें रचला असेल, तर तो इतर सर्व ग्रंथांपेक्षां फार प्राचीन असा होईल. तथापि कांहीं लिखितांतून नित्यनाथ किंवा अश्विनीकुमार हा त्याचा कर्ता म्हणून दिला आहे, व कांहींत तर कर्त्याचें मुळीं नांवच दिलें नाहीं. कसेंहि असलें तरी भाषासरणीच्या व अर्थाच्या दृष्टीनें हा ग्रंथ व सुश्रुत आणि अष्टांगहृदय यांमध्यें फारच मोठा फरक पडतो.

रसरत्नाच्या हस्तलिखित प्रतीहि फार जुन्या सांपडत नाहींत; त्यांतील सर्वांत जुनी इ. स. १६९९ तील आहे.

शा र्ङ्ग ध र सं हि ता.—उमेशचंद्र दत्ताच्या मतें शार्ङ्गधर हा भस्मीकरण व तशाच प्रकारच्या कृतींसंबंधानें लिहिणारा सर्वांत जुना ग्रंथकर्ता होय. शार्ङ्गधरसंहिता ही मुसुलमानी काळांतील आहे असें तो म्हणतो; कारण तींत अफू (अहिफेन) व अकराकरभ हीं आलेलीं आहेत.

जीवनरामाच्या म्हणण्याप्रमाणें, भावप्रकाशांत शार्ङ्गधराचा वारंवार उल्लेख केला आहे; व शार्ङ्गधरानें आपल्या ग्रंथांत वृंदाच्या सिद्धयोगाचा उपयोग करून घेतला आहे.

ग्रीयर्सनच्या मतें, त्यांतील पुराव्यावरून पाहतां शार्ङ्गधराचा काल अजमासें १५०० असावा. पण १३०० सालांत जिवंत असणाऱ्या बोपदेवाचें शार्ङ्गधरावर एक भाष्य आहे; तेव्हां शार्ङ्गधराचा काल निदान तेराव्या शतकापलीकडे जाणें शक्य नाहीं, हें उघड होतें.

या लहान पण भरपूर माहितीच्या औषधोपायासंबंधीं ग्रंथांत निवळ धात्वौषधी नसून त्याच्या तीन खंडांत व बत्तीस अध्यायांत खालील विषय येतात.—

१ वजनें व मापें, औषधांचे गुणधर्म, ऋतूंचा परिणाम, निदान व चिकित्सा, औषधांचा परिणाम, शारीरशास्त्र व पदार्थविज्ञान शास्त्र, गर्भशास्त्र, व रोगगणना.

२ कषायें, आसवें, काढे, शीतोपचार, लेप, चूर्ण, गोळ्या, लोणी कढविणें, मादक पेयें, सोनें व इतर धातूंचें पिष्ठ, रसायनें वगैरे.

३ रोगनिवारणाचे साधे नेहमींचे उपाय.—उदाहरणार्थ, लठ्ठ होण्याचे उपाय, घाम येण्याचे उपाय वगैरे. निदानामध्यें नाडीपरीक्षेसंबंधाचें विस्तृत वर्णन आहे; व रोगांसंबंधांत तर चरक, सुश्रुत, माधवनिदान, वृंदाचा सिद्धयोग व चक्रदत्तचिकित्सासंग्रह यांपेक्षां यांत त्यांच्या जास्त जाती दिलेल्या आहेत. हस्तलिखितांप्रमाणेंच एकमेकांपासून विभिन्न असलेल्या ज्या शार्ङ्गधरसंहितेच्या अनेक आवृत्त्या निघालेल्या आढळतात, त्यांवरून हा ग्रंथ अजून देखील बराच वाचण्यांत आहे असें दिसतें.

नाडीज्ञानावर अनेक विशिष्ट ग्रंथ आहेत; त्यांतील सर्वांत जुने अर्वाचीन या कालांतले आहेत; व बाकीचे बहुतेक सर्व

अलीकडील काळांतले असून त्यांचीं अंशतः प्रचलित भाषांतून भाषांतरें झालेलीं आहेत.

शतश्लोक.—वर सांगितलेला शार्ङ्गधराचा भाष्यकार वोपदेव यानें देखील वैद्यकीवर स्वतंत्र ग्रंथ रचले आहेत. पुष्कळ वेळां छापला गेलेला त्याचा विख्यात ग्रंथ जो शतश्लोक त्यांत चूर्ण, गोळ्या वगैरेंच्या कृती व उपयोग ग्रंथकर्त्यांच्या टीकेसहित दिलेले आहेत.

व्याकरणकार म्हणून देखील प्रसिद्ध असलेला हा वोपदेव वऱ्हाडांतील एका केशव नांवाच्या विद्वान् वैद्याचा पुत्र असून, वैद्यकावर भाष्य लिहिण्याचा नाद असलेला देवगिरींतील प्रख्यात मंत्री हेमाद्रि (१२६०-१३०९ यांच्या दरम्यान) याचा त्याला आश्रय होता.

ज्वरतिमिरभास्कर.—बहुधा याच काळांत निर्माण झालेल्या निरनिराळ्या रोगांवरील एकोद्दिष्ट लेखांचा, १४८९ त चामुंड नांवाच्या कायस्थानें ज्वर व त्यावर उपाय यासंबंधीं लिहिलेला ज्वरतिमिरभास्कर नांवाचा ग्रंथ हा नमुना आहे.

ज्वर—विशेषतः संनिपातासारखे ज्वर—एकोद्दिष्ट लेखांतूनच बहुधा विज्ञापिले जात. दुसऱ्या विशिष्ट ग्रंथांतून बालचिकित्सा किंवा शिशुरक्षा, नेत्ररोग, विष, कुष्ट, कावीळ वगैरेंसंबंधीं माहिती असते.

मोमहणविलास.—महमदशहाच्या कारकीर्दीत काल्पींतील मोमहनानें मोमहणविलास हा ग्रंथ लिहिला (१४११). हा ग्रंथ कामोद्दीपकें आणि स्त्रिया व मुलें यांचे रोग यांसंबंधीं दिसतो.

शिशुरक्षारत्न.—हा पृथ्वीमल्लाचा ग्रंथ १४०० च्या सुमारास झाला असला पाहिजे; कारण त्याच्या बापानें लिहिलेला मदनविनोद हा ग्रंथ १३७४ मधील आहे.

ज्ञानभास्कर.—रोगनिदानासंबंधीं प्राचीन काळापासून चालत आलेली धार्मिक कल्पना अशी आहे कीं, रोग हे पूर्वजन्मीं केलेल्या पापांचे परिणाम होत. ही कल्पना ज्ञानभास्कर या मोठ्या ग्रंथांत स्पष्टपणें मांडली आहे. यांत, उत्तरकालीन भारतीय ज्योतिषाची ग्रीकमूलकता दर्शविण्यास कांहींच्या मतें उपयुक्त असलेली अशी प्रस्तावना असून, नंतर कर्मविपाकाच्या तत्त्वानुसार रोग व तत्संबंधीं प्रायश्चित्तें, यज्ञ व दानें यांबद्दल सविस्तर वर्णन दिलें आहे. या ग्रंथाची एक पुरातन हस्तलिखित प्रत १५०० मधील आहे.

कर्मविपाकावरील ग्रंथ (उ० इ. स. १३८४ मध्यें लिहिलेला सारग्राह-कर्मविपाक) पुष्कळ अंशीं धर्मशास्त्राच्या सदरांत जातात; व स्मृतींतील तत्समान तत्त्वांशीं त्यांचा मेळ बसतो.

वीरसिंहावलोक.—यांत त्याच्या कर्त्याच्या म्हणण्याप्रमाणें न्याय, ज्योतिष व वैद्यक या तीन शास्त्रांसंबंधीं, पण विशेषतः वैद्यकासंबंधीं माहिती आहे. वीरसिंह हा या ग्रंथाचा कर्ता असून, सुप्रसिद्ध तोमर रजपूत कुळांतील ग्वाल्हेर येथें सुमारें १३७५ त राज्य स्थापन करणारा राजपुत्र तो हाच होय. हा ग्रंथ यानें १३८३ त लिहिला.

चिकित्साकलिका.—वीरसिंहानें उल्लेखिलेल्यांपैकीं एक वैद्यक ग्रंथकार म्हणजे चिकित्साकलिकेचा कर्ता तीसटाचार्य हा होय. ही कलिका नुसता संपूर्ण वैद्यक ग्रंथ आहे इतकेंच नव्हे तर हींत नाडीपरीक्षाहि आली आहे.

तीसटाचार्यानें ज्या अर्थी भोजास आपला पूर्वज म्हटलें आहे, त्या अर्थीं-हा भोजराजा धारचाच (११ वें शतक) असेल तर-तीसटाचार्य सुद्धां त्याच काळांतील असला पाहिजे. त्याचा मुलगा चंद्रट यानें त्याच्या ग्रंथावर टीका लिहिली आहे. याचेहि दुसरे कांहीं वैद्यक ग्रंथ आज उपलब्ध आहेत.

वंगसेनाचा चिकित्सासारसंग्रह.—वंगसेनाचा चिकित्सासारसंग्रह हा फार विशाल ग्रंथ आहे (कलकत्ता १८८९). या ग्रंथांत आरंभीं रोगनिदान, औषधिगुणधर्म, रोगांचें सविस्तर वर्णन व त्यांवरील उपायांचें त्याहूनहि विस्तारपूर्वक विवेचन, रसायनें व कामोद्दीपक पेयें आणि लठ्ठ करण्यास, श्वासोच्छ्वास सुधरविण्यास व उलटी करण्यास उपाय यांसंबंधीं प्रास्ताविक माहिती देऊन, नंतर आहारशास्त्र औषधिविज्ञान, रोगनिदान व चिकित्सा हे विषय घेतले आहेत. येथें तत्त्वतः नवीन वळण दृष्टीस पडतें.

१०५८ ते ११९३ या काळांत, भेषजालयांत धातुभस्मांचा मुळींच उल्लेख आढळ नाहीं; व धातूंचा फारच थोडा उल्लेख आढळतो. वैद्यकी परीक्षेंत अजूनपर्यंत नाडी आली नाहीं व त्याप्रमाणें अफूहि दृष्टीस पडत नाहीं.

मूळव्याधीसंबंधीं प्रकरणांत, वंगसेन हा त्याच्या मागाहूनच्या ग्रंथकारांप्रमाणें सविस्तर रीतीनें तीन प्रकारचें लोह व सहा प्रकारचें तीक्ष्णायस (रोमक जात धरून), आटवणें पूड करणें वगैरे उपायांनीं केलेलें तीक्ष्णायसाचें (पोलादाचें) शुद्धीकरण, व लोहमारण यांच्या कृतींसंबंधीं लिहितो. याशिवाय तो शुद्धीकृत पारा, रसपर्पट पारा तयार करणें व पाऱ्याचीं संमिश्रणें यांविषयींहि आपल्या ग्रंथांत उल्लेख करतो; पण पाऱ्याचे उपयोग व त्याचे विलक्षण प्रभाव सांगण्याच्या भानगडींत पडत नाहीं.

वंगसेनाच्या ग्रंथाची अगदीं जुनी हस्तलिखित प्रत एक १२७६ तील व दुसरी १३२० तील आहे.

वंगसेन हा बहुधा बंगाली असून, तो सेन घराणें बंगाल्यांत राज्य करीत होतें त्या वेळचा असावा.

चक्रदत्ताचा चिकित्सासारसंग्रह.— चक्रदत्त (चक्रपाणिदत्त, चक्रपाणि किंवा चक्र) हा निःसंशय बंगाली असून, इ. स. १०६० च्या सुमारास नारायण म्हणून जो बंगालचा राजा हयपाल याचा रसवत्यधिकारी व मंत्री होऊन गेला त्याचा तो पुत्र होता. त्याचा जास्त प्रख्यात ग्रंथ म्हणजे, पुष्कळ आवृत्त्या निघालेला चिकित्सासारसंग्रह

हा होय. त्यांत मुख्यतः वृंदाच्या सिद्धयोगग्रंथाच्या आधारें वैद्यकशास्त्राचें सविस्तर ज्ञान करून दिलें आहे.

यावरची छापील जुनी टीकेची प्रत म्हणजे शिवदाससेनाची. शिवदाससेन यानें चक्रदत्ताच्या द्रव्यगुणसंग्रहावरहि टीका लिहिलेली आहे. या द्रव्यगुणसंग्रहांत मुख्यतः औषधींच्या गुणांविषयीं थोडक्यांत माहिती दिली आहे.

चक्रदत्ताचे अजून अप्रसिद्ध असलेले ग्रंथ म्हटले म्हणजे सर्वसारसंग्रह व वनस्पती व औषधी यांच्या परिभाषांचा निरूपणात्मक शब्दचंद्रिका नांवाचा कोश हे होत.

चरकावरील व सुश्रुतावरील त्याचीं दोन मोठीं भाष्यें अर्धवट छापलेलीं आहेत.

चक्रदत्ताला कांहीं धातूंचीं भस्में माहीत होतीं; पण त्याला अफू मुळींच ठाऊक नव्हती; व पाऱ्याचा सुद्धां त्यानें फार थोडा उल्लेख केला आहे.

सिद्धयोग.—आनंदाश्रमग्रंथावलींतून श्रीकंठदत्ताच्या टीकेसहित प्रसिद्ध झालेल्या वृंदाच्या सिद्धयोग किंवा वृंदमाधव या ग्रंथांत, प्रथम ज्वरजन्य रोगांपासून विषप्रयोगजन्य रोगांपर्यंत सर्व रोग, नामनिर्देश केलेल्या पुष्कळशा औषधियोजना (यांतील कांहीं बावरच्या लेखांत आढळून येतात) दिल्या असून, नंतर रसायनें, वाजीकरणविषयक पुष्टिकारक, स्वेदक, वांतिकारक, रेचक वगैरे उपाय, अरिष्ट (मरणाचीं) चिन्हें व स्वास्थ्याधिकार (आरोग्यप्रकरण) यासंबंधीं फार तपशीलवार माहिती आहे. पुढें संकीर्ण प्रकरणांत, वैद्य, रोगी, वजनें, मापें इत्यादि सामान्य विषयांचें थोडक्यांत विवेचन केलेलें आढळतें.

अंतर्बाह्य पुराव्यावरून पाहतां हा ग्रंथ बहुतेक १४ व्या शतकांतील असावा; त्यापूर्वीचा मुळींच नाहीं.

माधवनिदान.—रुग्विनिश्चय किंवा माधवनिदान हा ग्रंथ माधवकरानें केलेला आहे. याच्या बापाचें नांव इंदुकर. निदानावर हा प्रमुख ग्रंथ असून, याचें नांव निदान असेंहि आहे. या ग्रंथांत ठळक ठळक रोग, त्यांचीं कारणें, पूर्वचिन्हें व त्यांतील भानगडी यांचें विवरण करण्याची जी धाटणी आहे, ती आतां सर्वसामान्य झाली आहे. देवी (मसुरिका) वर यांत एक निराळें प्रकरण आहे. या ग्रंथाचा जास्तींत जास्त अलीकडचा काल घेतला तरी तो आठव्या किंवा नवव्या शतकाहून अलीकडे येणार नाहीं.

हा ग्रंथ फार प्रख्यात असून पुढील पुष्कळ ग्रंथकारांनीं यांतील अवतरणें घेतलीं आहेत. यावर अनेक टीकाहि लिहिल्या गेल्या आहेत. त्यांतील जास्त विश्रुत म्हणजे विजयरक्षित व श्रीकंठदत्त यांनीं केलेली मधुकोश नांवाची टीका होय. या ग्रंथाच्या पुष्कळ आवृत्त्या निघालेल्या आहेत.

वाग्भट.—हा एक प्रसिद्ध ग्रंथकार होऊन गेला. ज्या ग्रंथांचे कर्ते निश्चितपणें ठाऊक नाहींत असे कांहीं ग्रंथ याच्या नांवावर मोडतात. याखेरीज एकासारखे एक असे दोन मोठे ग्रंथ याच्या नांवावर प्रसिद्ध आहेत. यांपैकीं मोठ्या व जुन्या ग्रंथाचा वृद्ध वाग्भट या नांवानें उल्लेख फार पूर्वीपासून आढळतो. दुसऱ्याचें नांव केवळ वाग्भट असेंच आढळतें. या दुसऱ्या ग्रंथाचें वास्तविक नांव अष्टांगहृदयसंहिता असें असून त्यामध्यें सर्व वैद्यक शाखांचें श्लोकबद्ध विवेचन आहे; व शस्त्रोपचारांचें विवेचन विस्तृत आहे. तिबेटांत मिळणाऱ्या माहितीवरून हुथ यानें अष्टांगहृदय ग्रंथाचा काल ख्रि. पू. आठव्या शतकाच्या अलीकडील नसावा असें ठरविलें आहे. परंतु या बाबतींत अद्यापि मतभेद आहे. अरबी ग्रंथांवरून ज्ञात होणारा अष्टांकर ग्रंथ म्हणजेच अष्टांगहृदय असावा असें मानिलें तरी या ग्रंथाचा काल जवळजवळ वर दिलेलाच म्हणजे ख्रि. पू. नववें शतक हा येतो. या ग्रंथामध्यें अफू, नाडीपरीक्षा व रसायन क्रिया यांचा उल्लेख आढळत नाहीं.

या ग्रंथावरील अरुणदत्त यानें लिहिलेली सर्वांगसुंदरी ही टीका फार अलीकडे धरली तर १५ व्या शतकांत झाली असें म्हणतां येईल. हेमाद्रीच्या आयुर्वेदरसायन या टीकेची उत्तरकालमर्यादा १२ वें शतक ही असावी.

टीकेमध्यें वारंवार उल्लेखिलेला व अष्टांगहृदयसंहितेंतील कांहीं सूत्ररूपी माहितीचें विवरण करणारा वाग्भटाचा अष्टांगसंग्रह हा ग्रंथ बराच जुना असावा. हा गद्यपद्यमय असून ८ व्या शतकापूर्वी लिहिलेला असावा.

आत्रेय-हारीत.—अत्रिसुत आत्रेय याला पुनर्वसु असेंहि नामाभिधान असून हा आयुर्वेदज्ञ प्रसिद्ध ऋषींपैकीं एक होता यांत संशय नाहीं. औषधी वनस्पतींचे गुणधर्म शोधण्यांत गुंतलेला प्राचीनतम काळचा पहिला ऋषि म्हणून याचा बावरहस्तलिखितांत उल्लेख आला आहे. याच्यानंतर लागलाच हारीत याचा उल्लेख आहे. यावरून आत्रेय किंवा हारीत यांच्या नांवावर असलेली संहिता म्हणजे अस्तित्वांत असलेल्या वैद्यक ग्रंथांतील सर्वांत जुना ग्रंथ असें मानण्यास हरकत नाहीं. परंतु नांवावरूनच केवळ आपणांस ही गोष्ट सिद्ध झाली असें मानतां येणार नाहीं. कारण धर्मशास्त्रीय ग्रंथांत (स्मृतिग्रंथांमध्यें) याच्या नांवावर कित्येक अर्वाचीन अनुकरणपर ग्रंथ प्रसिद्ध आहेत. ह्रास यानें वैद्यकीय आत्रेय संहिता म्हणजे "वैद्यकावरील अत्यंत निरुपयोगी ग्रंथ" आहे असें म्हटलें आहे. परंतु या विचित्र विधानास त्यानें दोनच कारणें दिलीं आहेत. तीं हीं कीं, (१) आनुवंशिक पातकाबद्दलच्या कल्पना व (२) कांहीं मलमूत्रादि घाणेरडे उपचार यांचा त्यांत पुरस्कार केला आहे. हीं कारणें वरील विधानाचें समर्थन करण्यास फारच अपुरीं आहेत. कारण, कर्मविपाकाचें तत्त्व व औषधाकरितां कांहीं घाणेरड्या वस्तूंचा उपयोग हीं आपणांस वेदकालीन वैद्यकांतहि आढळतात; हा ग्रंथ आपणांपर्यंत शुद्ध स्थितींत चालत आलेला दिसत नाहीं; व निरनिराळ्या हस्तलिखित प्रतींतून व मुद्रित स्वरूपांतून फारच भेद दृष्टीस पडतात. या ग्रंथाच्या प्राचीन हस्तलिखित प्रती किंवा टीका उपलब्ध नसून त्यानें पूर्णतेनें

परीक्षण व संशोधन व्हावयास पाहिजे आहे. तथापि यामध्यें आपणांला वैद्यक शास्त्राची संपूर्ण माहिती आणि कांहीं रोगांची व उपचारांची मनोरंजक माहिती आढळते.

सुश्रुत.—बावरहस्तलिखितावरून असें दिसतें कीं, सुश्रुत हा ५ व्या शतकामध्येंच आत्रेय आणि हारीत यांच्याप्रमाणें वैद्यकावरील प्राचीन ऋषि मानला जाऊं लागला होता; एवढेंच नव्हे तर लसूण व इतर औषधी यांवरील एका ग्रंथाच्या कर्तृत्वाचें श्रेयहि त्यासच दिलें जात होतें. या ग्रंथांतील विषय विश्वामित्राचा पुत्र सुश्रुत यानें लिहिलेल्या प्रसिद्ध सुश्रुतसंहितेशीं (आयुर्वेदशास्त्राशीं) जुळतात.

सुश्रुतांतील पहिला भाग (सूत्रस्थान) हा मूलभूत असून त्यांत औषधिमूलविभाग, वैद्यशिक्षण, औषधिचिकित्सा, पथ्यापथ्यविचार, इत्यादि सामान्य विषयांचें विवेचन आहे. शिवाय शस्त्रोपचार आणि व्रणोपचार यांवरहि विस्तृत विवेचन त्यांत आलें आहे. व्रणोपचार हा भाग वैद्यकांतील अत्यंत महत्त्वाचा आहे असें सुश्रुतांत म्हटलें आहे; आणि म्हणूनच देवांचा व्रणवैद्य धन्वंतरी हाच याचा खरा कर्ता असें मानतात. सुश्रुताचा दुसरा भाग निदानस्थान; तिसरा भाग शारीरस्थान – शरीरवर्णन, गर्भशारीर वगैरे; चौथा भाग चिकित्सास्थान; पांचवा भाग कल्पस्थान; व सहावा भाग उत्तरस्थान हा आहे. शिवाय शारीरासंबंधाचे अपुरे राहिलेले भाग पुरे केलेले आहेत; आणि आरोग्यविज्ञानावरील कांहीं माहितीहि यांत दिली आहे.

चरक.—चिनी ग्रंथावरून चरक हा कनिष्क राजाचा (१००च्या सुमारास) राजवैद्य होता असें दिसतें, व अरबी ग्रंथावरून तो वैद्यकावरील ग्रंथकार होता अशी माहिती मिळते. प्रथम तो हिंदुस्थानांतून इराणांत गेला असावा; व नंतर (८००च्या सुमारास) इराणांतून अरबस्थानांत गेला असावा. हिंदुस्थानांतील तो फार प्राचीन ग्रंथकार होता असें मानतात. चरकसंहितेवरील आयुर्वेददीपिका किंवा चरकातत्पर्य ही टीका बहुधा ६५० च्या पूर्वीची असावी. हरिचंद्र किंवा हरिश्चंद्र याची पूर्वीची टीका नष्ट झालेली दिसते.

या ग्रंथावर टीका आहे तरी तो फार अशुद्ध स्थितींत आज उपलब्ध आहे. हस्तलिखितांत आणि छापील प्रतींत (ह्या हल्लीं बऱ्याच आहेत) फारच फरक आढळून येतो.

शेवटचीं दोन स्थानें व पांचव्या स्थानाचा शेवट हे स्वतः चरकाचे नाहींत, तर ते पंजाबांतील दढबलानें पुष्कळ ग्रंथांवरून पुरे केलेले आहेत. यांत शस्त्रप्रयोगावरील प्रकरण मुळींच नाहीं. एकंदर ग्रंथ गद्यपद्यात्मक आहे. अफू, नाडीपरीक्षा आणि पाराशुद्धि याबद्दलहि यांत माहिती नाहीं.

या ग्रंथांत एकंदर पुढें दिल्याप्रमाणें आठ स्थानें आहेत.—

१ सू त्र स्था न.—यांत औषधिविज्ञान, आहार, पथ्यापथ्य, विशिष्ट रोग, वैद्य व वैदू, शारीर, मानसचिकित्सा आणि अनेक इतर गोष्टी आल्या आहेत.

२ नि दा न स्था न.—यांत आठ मुख्य रोगांविषयीं माहिती आहे.

३ वि मा न स्था न.—रुचि व शरीरसंवर्धन यांवर हें प्रकरण आहे.

४ शा री र स्था न.—यांत शरीरवर्णन, गर्भ, शारीर एतद्विषयक माहिती आली आहे.

५ इं द्रि य स्था न.—या प्रकरणांत रोगचिकित्सेचें विवेचन आहे.

६ चि कि त्सा स्था न.—यांत विशिष्ट उपाययोजना दिल्या आहेत.

७-८ क ल्प स्था न व सि द्धि स्था न.—यांत सामान्य उपाययोजनांची माहिती आहे.

या चरक ग्रंथाशीं जुळणारा (यास चरक ग्रंथाचीच संशोधित प्रत म्हटलें तरी चालेल) असा भेल किंवा भेलसंहिता नांवाचा अद्याप न छापलेला एक ग्रंथ आहे. हा चरक ह्यानें अग्निवेश नांवाच्या माणसाचा शुद्ध करून लिहिलेला जुनाच एक ग्रंथ आहे असें कोणी मानतात. अग्निवेश हा भेलाचा सहाध्यायी होता.

आयुर्वेदाचा आरंभ.—आयुर्वेद, दीर्घायुष्याचा वेद (रोगनिवारणशास्त्र) हा प्रथम ब्रह्मयाला ज्ञात झाला अशी कथा आहे. ब्रह्मयापासून तो पिता प्रजापति उर्फ दक्ष याला मिळाला. दक्षापासून अश्विनींनां मिळाला, आणि त्यांच्यापासून इंद्राला प्राप्त झाला. येथपर्यंत सर्व वर्णनांत एक मेळ आहे.

यापुढें सुश्रुतांत असें आहे कीं, इंद्रानें तो आयुर्वेद बनारसचा राजा दिवोदास (काशीराज) याच्या रूपानें अवतरलेला देवांचा व्रणवैद्य धन्वंतरी (शस्त्रप्रयोगज्ञानी) यास दिला; आणि नंतर दिवोदासानें तो, व्याधिपीडित मानवांची दया येऊन त्याच्याकडे सुश्रुत हा आपल्या सहा जोडीदार ऋषींसह विद्यार्थी म्हणून आला असतां त्यांनां लोकांच्या उपयोगाकरितां व त्यांनां स्वतःला दीर्घायुष्य मिळावें म्हणून शिकविला. हा वेद शिकवीत असतांना दिवोदासानें शस्त्रक्रियेवर विशेष जोर दिला होता.

इकडे चरकांत असें सांगितलें आहे कीं, इंद्रानें आयुर्वेद मानवप्राण्यांपैकीं भरद्वाजाला प्रथम सांगितला; भरद्वाजापासून तो अत्रीचा मुलगा पुनर्वसु याला मिळाला; व त्यानें आपल्या भोंवतीं जमलेल्या पन्नास ऋषींपैकीं आपले सहा शिष्य अग्निवेश, भेल, जतूकर्ण, पराशर, हारीत आणि क्षारपाणि यांनां तो सांगितला. ह्यांपैकीं अग्निवेशानें तो प्रथम लिहून तयार केला; परंतु मागून इतरांनींहि ग्रंथ लिहून काढले. हे सहा ग्रंथ आत्रेय व इतर ऋषी यांनीं मान्य केले तेव्हां ते पृथ्वीवर पसरले. ह्या कथांमध्यें निरनिराळे फरक बरेच आहेत.

मूळच्या आयुर्वेदांत आठ भाग आहेत. (१) महाशस्त्रक्रिया (शल्य), (२) लघुशस्त्रक्रिया (ऊर्ध्वांग शालाक्य), (३) ज्वरादि शरीररोगांची चिकित्सा (कायचिकित्सा),

(४) भूतपिशाचविद्या (भूतविद्या, ग्रह चिकित्सा), (५) बालरोगावर उपाय (कौमारभृत्य, बाल चिकित्सा), (६) अगदतंत्र (विषगरवैरोधिका, प्राशमनं), (७) रसायनें आणि (८) वाजीकरण, हे ते आठ भाग होत. या परंपरांमध्यें ऐतिहासिक खरेपणाचा अंश किती आहे हें अद्यापपर्यंत ठरविण्यांत आलें नाहीं.

वैद्यक कोश.—वैद्यकासंबंधीं वाङ्मयामध्यें औषधें तयार करण्याविषयींचे ग्रंथ फार महत्त्वाचे आहेत. या ग्रंथांचा विचार झकारिआ यानें सर्वसाधारणकोशामध्यें समाविष्ट केला आहे. या विषयावरील ग्रंथांमध्यें धन्वंतरिनिघंटु हा जरी सर्वांत जुना ग्रंथ आहे, तरी तो फारसा जुना दिसत नाहीं. कारण त्यामध्यें पारा व इतर धातू आणि रत्नें यांचा औषधें करण्याकडे व उपचाराच्या कामीं उपयोग करण्याबद्दलची माहिती आढळते. पारा (पारद) याला अनेक नांवें दिलेलीं आहेत; व तो मूर्च्छितावस्थेंत असला म्हणजे जंतुनाशक, कुष्ठनाशक, दीर्घायु करणारा व नेत्रांस शक्ति देणारा आहे; परंतु स्वाभाविक स्वरूपामध्यें मात्र मृत्युकारक आहे असें सांगितलें आहे. रोमन चुंबकासह पांच प्रकारचे लोहचुंबक उल्लेखिले आहेत. सुवर्णादि वर्गामध्यें पुढील धातू व खनिज पदार्थांचीं नांवें आलीं आहेत; व त्यांचे चांगल्या अगर वाईट गुणधर्माप्रमाणें वर्गीकरण केलें आहे. सोनें, रुपें, तांबें, कथील, पितळ, शिसें, लोखंड, पोलाद, लोहकण, शेंदूर, पारा, पाच, हिरा इ० वनस्पत्यौषधींमध्यें अफू (अफूक अहिफेन, अफेनक) आणि खसखस (खस्तिल) यांचीं नांवें आहेत.

मदनपाल यानें १३७४ मध्यें लिहिलेल्या मदनविनोद या ग्रंथांत व नरहरि याच्या लहान राजनिघंटु या ग्रंथांत वर दिलेल्या नांवांपेक्षां पुष्कळ नांवें अधिक आलीं आहेत.

चरक, सुश्रुत, शार्ङ्गधर, आत्रेय, या संहितांमध्यें भोज्य पदार्थ व उपचार यांच्या ज्या याद्या आल्या आहेत, व त्यांचें जें निरनिराळ्या वर्गांत वर्गीकरण करून त्यांचे गुणधर्म सांगितले आहेत त्या पद्धतीचा आरंभ या अशा कोशांपासून झाला असावा असें वाटतें. परंतु आपणांस उपलब्ध असलेले सर्व कोश या संहितांपेक्षां बरेच अर्वाचीन दिसतात. या अशा प्रकारच्या कोशांमध्येंच पथ्यापथ्यविचारविषयक ग्रंथांचा समावेश होतो. असे ग्रंथ म्हटले म्हणजे पथ्यापथ्य निघण्टु (त्रिमल्लकृत-मुद्रण बनारस १८६९) व विश्वनाथसेनकृत (१६ वें शतक) पथ्यापथ्यविनिश्चय हे होत. याप्रमाणेंच क्षेमकुतूहल, भोजनकुतूहल इत्यादि पाकशास्त्रावरील ग्रंथांचाहि या कोशांतच अन्तर्भाव होतो.

पशुवैद्यक.—वैद्यकाच्या या शाखेबद्दल आयुर्वेदिक ग्रंथांत मुळींच माहिती नाहीं. पशुवैद्यकांत फक्त हत्ती आणि अश्व यांच्या रोगांविषयींच चर्चा केली आहे; आणि ते फक्त राजे लोकांजवळच असत. मिगॅस्थिनीझ यानें असें वर्णन केलें आहे कीं, त्या काळीं हत्तीच्या डोळ्यांस आजार झाला असतां दुधाच्या पिचकाऱ्या मारीत. इतर रोगांनां ऊन पाणी डुकराचें मांस, कृष्णमद्य वगैरे पदार्थांचे उपचार करीत व जखमांनां लोणी लावीत.

अशोक राजाच्या (ख्रि. पू. ३ रें शतक) शिलालेखांत त्यानें आपल्या सर्व राज्यांत पशूंकरितां दवाखाने (पशुचिकित्सा) स्थापन केल्याचे उल्लेख आहेत. सध्यां हें कार्य बरेचसें जैन लोक करीत आहेत.

सिंहलद्वीपचा राजा बुद्धदास (इ. स. चें ४ थें शतक) यानें आपल्या सैन्याकरितां व हत्ती आणि अश्व यांकरितां वैद्य ठेविले होते असें म्हणतात.

पंचरात्र या ग्रंथांत घोड्यांच्या व्रणांस वानरांची चरबी लावावी अशा प्रकारचा शालिहोत्रांतील उतारा आलेला आहे.

पशुवैद्यकावरील भारतीय ग्रंथांचीं अरबी व तिबेटी या भाषांत बऱ्याच लवकर भाषांतरें झालीं होतीं असें दिसतें. इ. स. १०३० च्या सुमारास अलबेरुणी यानें हस्त्यायुर्वेदावरील एका भारतीय ग्रंथांतून उतारा घेतला आहे. १४ व्या शतकांत शालिहोत्रावरील एका ग्रंथाचें फारसी भाषेंत भाषांतर झालें होतें असें दिसतें. दुसऱ्या एका ग्रंथाचें १७ व्या शतकांत भाषांतर झालें असावें; व १८ व्या शतकामध्यें फारसीमधून इंग्रजी भाषेंत एका ग्रंथाचें भाषांतर झाल्याचें आढळून येतें.

पशुवैद्यकावरील आतांपर्यंत छापलेले ग्रंथ.—हस्त्यायुर्वेद—पालकाप्यकृत—यामध्यें हत्तीचे सुसाध्य, कष्टसाध्य व शस्त्रक्रिया करण्याजोगे रोग वर्णन केले आहेत. व त्यांच्या उपचारांची माहिती दिली आहे. जयदत्तकृत लघुअश्ववैद्यक अथवा शालिहोत्रशास्त्र यामध्यें घोड्यांच्या रोगांची व त्यांच्या उपचारांची माहिती दिली आहे. अशाच प्रकारचा नकुलकृत अश्वचिकित्सा हा ग्रंथ आहे.

वृक्षांच्या रोगांवर वृक्षायुर्वेद या नांवाचाहि एक ग्रंथ आहे.

मध्य आशियांतील हस्तलेख.—बावरचे प्रसिद्ध हस्तलेख हे काश्गारियांतील (चीन) एका बौद्ध स्तूपामध्यें सांपडले आहेत; परंतु ते तिकडे गेलेल्या हिंदू लोकांनीं इ. स. ४५० च्या सुमारास हिंदुस्थानांतील गुप्त लिपींत लिहिलेले दिसतात. ते पश्चिम व दक्षिण हिंदुस्थानांतील ताडपत्रलेखांप्रमाणें उभ्या चिरलेल्या भूर्जपत्रांवर लिहिलेले आहेत. ह्या हस्तलेखांत सांपडलेल्या सात संस्कृत ग्रंथांपैकीं तीन ग्रंथांत फक्त वैद्यकाविषयींच माहिती आहे. पहिल्या वैद्यकग्रंथामध्यें लसुणाची स्तुति असून त्यांत पुष्कळ औषधोपचार—विशेषतः नेत्ररोगासंबंधानें—सांगितले आहेत.

दुसरा ग्रंथ बराच मोठा असून त्याचें नांव नवनीतक आहे. त्यांत चूर्णें, घृतें, औषधिमिश्रणें, रसायनें कामोद्दीपक औषधें, आसवें, नेत्रांजनें, इत्यादि विषय असून शिवाय शिशुसंगोपनाविषयीं माहिती आहे.

तिसऱ्या ग्रंथांत ७२ श्लोकांमध्यें १४ औषधिमिश्रणें सांगितलीं आहेत.

सहाव्या ग्रंथांत सर्पदंशावरील सर्पमंत्र असला तरी एकंदरींत तो वैद्यकाचाच ग्रंथ आहे. या ग्रंथांतील भाषा चरकसुश्रुतापेक्षां जुनी आहे. या ग्रंथाचा अत्यंत श्रमपूर्वक बरोबर अर्थ लावून, त्याचें भाषांतर करून, हस्तलेखावरून काळजीपूर्वक प्रत तयार करून व फोटो व अर्थबोधक टीपा देऊन हॉर्नलेनें आपणांस ऋणी करून ठेविलें आहे.

हॉर्नलेनें त्याच प्रदेशांत सांपडलेल्या दुसऱ्या हस्तलेखांवरहि परिश्रम करण्यास सुरवात केली आहे. त्या हस्तलेखांतहि बहुतेक हिंदी औषधचिकित्सा किंवा जादूमंत्र हेच विषय असून त्यांतील कांहीं बावरच्या हस्तलिखितापेक्षांहि जुने आहेत.

उदाहरणार्थ, इ. स. ३५० च्या सुमारास लिहिलेल्या माकार्टनेच्या एका अत्यंत वाईट स्थितींत असलेल्या कागदावरील हस्तलेखांत अर्क, प्रियंगु वगैरे औषधोपचारांस उपयुक्त अशा सुप्रसिद्ध वनस्पतींचीं नांवें दिलीं असून, शिवाय सोनें, रुपें, लोखंड, तांबें, जस्त ह्या धातूंचाहि उल्लेख आला आहे.

हिंदुस्थानांतील वैद्यक ग्रंथांच्या इतिहासांत बावरच्या हस्तलेखांचें महत्व हें आहे कीं, त्यांनीं हिंदु वैद्यक इ. स. च्या ४ थ्या व ५ व्या शतकांत अस्तित्वांत असल्याचें निःसंशयपणें सिद्ध केलें आहे; आणि त्यामुळें अरबी ग्रंथांतील माहितीच्या सत्यतेबद्दल संशय घेण्यास जागा उरली नाहीं.

मूलभूत त्रिदोषपद्धतीची उपपत्ति, पचनक्रिया, ऋतुमान, परिणाम, औषधिक्रिया आणि रोगांचीं नांवें हे सर्व विषय, अगदीं आतांपर्यंत वर्णन केलेल्या ग्रंथांतल्याप्रमाणेंच, ह्यांत दिलेले आहेत; आणि बावरच्या हस्तलेखांत असलेल्या मोठमोठाल्या औषधियोजना वैद्यकसंहितांमध्यें बहुतेक शब्दशः जशाच्या तशाच आलेल्या आहेत.

पारा, अफू व देवी यांचा ह्यांत उल्लेख आलेला नाहीं.

बौद्ध ग्रंथ.—बावरचे हस्तलेख हे बौद्धांनीं लिहिलेले असले पाहिजेत असें ठरावितां येतें; कारण, ६ व्या व ७ व्या ग्रंथांत भगवान्, तथागत, बुद्ध इ. शब्द पुनःपुन्हां आले आहेत. वाग्भटामध्यें बौद्ध मताच्या खुणा दृष्टीस पडतात; व त्यावरून तो ग्रंथ तिबेटांत कां नेला गेला याचेंहि स्पष्टीकरण होतें. वास्तविक सर्वच हिंदु वैद्यक तिबेटांत अंगीकारण्यांत आलें यावरून बौद्ध वैद्यक हिंदुस्थानांत अस्तित्वांत होतें अशीच कोणाचीहि कल्पना होईल. बौद्ध इत्सिंगानें (६७१–६९५) दिलेली त्या वेळच्या हिंदु वैद्यकाच्या (औषधिवनस्पती, त्रिदोषपद्धति, निदान, लंघन इत्यादि बाबतींतील) स्थितीची सविस्तर माहिती आपल्या चरक सुश्रुतांतल्या आणि बावरच्या हस्तलेखांतल्या माहितीशीं बरोबर जुळते; इतकेंच नव्हे तर त्यानें खुद्द बौद्धांच्या वैद्यकसूत्रांतील कांहीं अवतरणेंहि दिलेलीं आहेत.

सिलोनचा बुद्धदास नांवाचा बौद्ध राजा (४ थें शतक) रोग्यांनां बरें करीत असे; त्यानें वैद्य नेमले असून त्यांनां नेमणुका करून दिलेल्या होत्या; त्यानें दवाखाने बांधिले होते; आणि स्वतः सारत्थसंगह नांवाचा ग्रंथहि लिहिला होता.

चरक हा कनिष्क या बौद्ध राजाचा वैद्य होता (इ.स.१००). सुप्रसिद्ध नागार्जुन हा त्याच सुमारास होऊन गेला. व त्यानें इतर अनेक वैद्यक ग्रंथांबरोबर सुश्रुताची एक आवृत्तिहि लिहून काढली होती. पाटलिपुत्र (पाटणा) येथें एका स्तंभावर त्यानें एक औषधियोजना कोरून ठेविली होती असें म्हणतात.

अशोकराजानें माणसांकरितां व जनावरांकरितां दवाखाने बांधले होते (ख्रि. पू. ३ रें शतक); आणि महावग्गाच्या एका जुन्या बौद्ध वैद्यक ग्रंथामध्यें (ख्रि. पू. ४ थें शतक) मुख्य त्रिदोषपद्धति, नेत्रांजनें, वनौषधी, स्वेदक औषधें, तैलें, घृतें, कमलनाल, क्षार, हिंग, कवलिक, शिरोजंतू, वगैरेसंबंधीं माहिती आली आहे; परंतु धातूंपासून बनविलेलीं भस्में, औषधें वगैरे करण्याच्या कृती मात्र त्यांत आढळत नाहींत.

वेदकालीन वैद्यक.—वैदिक वैद्यकाबद्दलची माहिती ब्लूमफील्डच्या अथर्ववेद नामक ग्रंथामध्यें दिलेली असून शिवाय हिलेब्रँटनें वैदिक रोगनिवारक जादूमंत्रांचा सारांश दिला आहे. येथें आपण कांहीं नवीन ग्रंथांचें दिग्दर्शन करून वैदिक वैद्यक व वेदोत्तरकालीन वैद्यक यांमधील संबंध यांचाच फक्त विचार करूं.

कॅलांड यानें आपल्या 'प्राचीन हिंदु जादुमंत्राचे विधी' नांवाच्या महत्त्वाच्या ग्रंथामध्यें कौशिक सूत्राची सुधारलेली आवृत्ति व स्पष्टीकरण देऊन सामान्य वाचकाला हें मनोरंजक पण अवघड पुस्तक सुगम करून ठेविलें आहे; यानें आपल्या ग्रंथांत सामान्य लोकांत प्रचलित असलेल्या हिंदु वैद्यकाची उत्तर अमेरिकेंतील देश्य लोक, रोमन, जर्मन आणि इतर समाज यांच्यामधील तत्समान कल्पना व प्रचार यांच्याशीं तुलना केली आहे. ही चमत्कारिक तुलना पाहून वैदिक वैद्यकाबद्दल कोणाचेंहि फारसें चांगलें मत होत नाहीं. कौशिक सूत्रांतील विषय उत्तर अमेरिकेंतील देश्य लोकांच्या जादूमंत्रांसारखाच बहुतेक असला तरी तदंतर्गत अथर्वणाचें विवेचन व भूतबाधानिवारक मंत्र यांनाच पुढील वैद्यकशास्त्राचा पाया मानला पाहिजे.

विंटरनिट्झनेंहि प्राचीन हिंदु लोकांत रूढ असलेल्या वैद्यकाची थोडक्यांत पण स्पष्ट माहिती देऊन हाच निर्णय दिला आहे. त्याच्या मतें इतर ठिकाणांतल्याप्रमाणें हिंदुस्थानांतहि जादूगार व चेटके यांच्या लगेच पाठोपाठ वैद्यलोक समाजांत दिसूं लागतात. विंटरनिट्झच्या पूर्वी डॉ. पी. कॉर्डिअर या फ्रेंच वैद्यानेंहि ऋग्वेद, अथर्ववेद, उपनिषदें, महाकाव्यें, धर्मशास्त्रें यांमध्यें आढळणाऱ्या वैद्यकीय भागांचा संग्रह करून तत्संबंधीं काळजीपूर्वक विवेचन केलें आहे. याप्रमाणें पाश्चात्य भाषांत भारतीय वैदिक व प्राचीन वैद्यकाबद्दल माहिती आढळते.

आयुर्वेदसंहितांमध्यें अथर्ववेदाचा बऱ्याच वेळां उल्लेख आला आहे. उ० पहिल्या सूत्रामध्यें रोगनिवारक कलेला अथर्ववेदाचें उपांग असें म्हटलें असून त्याला उपवेद अशी संज्ञाहि आहे.

तेव्हां आयुर्वेदसंहिता निर्माण होण्याच्या पुष्कळ पूर्वी वैदिक ब्राह्मण, मांत्रिक ब्राह्मण आणि वैद्यवर्ग (वैद्य, भिषज् चिकित्सक, अंबष्ठ) ह्यांमध्यें स्पष्ट फरक पडलेला होता.

ग्रंथाच्या मजकुरामध्येंहि वैदिक वैद्यक व वेदोत्तर वैद्यक यांमधील परस्पर संबंध अनेक ठिकाणीं व्यक्त झाला आहे. उ० रोगांचीं नांवें (तापाबद्दलचा महत्त्वाचा अपवाद खेरीज करून–ज्वर =वैदिक तक्मन्) रोगनिवारक औषधी (यांनांहि भूतबाधानिवारकमंत्रांप्रमाणें वेदामध्यें फार महत्त्व दिलेलें आहे) आणि शारीरविषयक मतें, या सर्व बाबतींत वेद–विशेषतः उपनिषदें–आणि तदुत्तरकालीन ग्रंथ यांमध्यें फार साम्य आहे. बावरहस्तलिखितांतील सर्पमंत्रावरून अथर्ववेद गृह्यसूत्र व धर्मसूत्रें यांची आठवण होते; आणि या ग्रंथांमध्यें व वैद्यक ग्रंथांमध्यें विशेषतः संस्कार, आरोग्य, गर्भविज्ञान, शारीर आणि पुनर्जन्मतत्त्व या बाबतींत पुष्कळ ठिकाणीं अगदीं शब्दशः साम्य आहे. दोन्ही महाकाव्यें आणि कांहीं थोडीं पुराणें यांतहि वैद्यकासंबंधानें माहिती असून तिजवरून वैद्यकाची परंपरा अत्रुटित कशी राहिली हें दिसून येतें.

बाह्य संबंध.—शेजार शेजारच्या समाजांचे वैद्यक विषयांत परस्परांवर परिणाम सतत होत असले पाहिजेत यांत शंका नाहीं; परंतु हे परिणाम कोणत्या प्रकारचे व किती प्रमाणांत झालेले आहेत याबद्दल निश्चयात्मक माहिती अद्याप फार थोडी आहे.

शेजारील निरनिराळ्या देशांसंबंधीं एतद्विषयक जी काय माहिती उपलब्ध आहे ती पुढें देत आहों.

१ तिबेट.—एच लौफेर्स याच्या " बेइट्राज झुर केन्टनिस डेर तिबेटिश्चेन मेडिसिन " ग्रंथांत तिबेटी वैद्यकासंबंधीं थोडक्यांत चांगली माहिती दिलेली आहे. चार तंत्रांपैकीं (मूळ संस्कृत ग्रंथ माहीत नाहीं) अनेक संस्कृत वैद्यकग्रंथ मूळ संस्कृतांतून तिबेटींत भाषांतर केले गेले आहेत. अर्थात् तिबेटी वैद्यक मुख्यत्वें करून हिंदी वैद्यकावरच उभारलें गेलें असलें पाहिजे. बऱ्याच तिबेटी ग्रंथांचें मांगोलीमध्यें भाषांतर केलें गेलें असून तिबेटी वैद्यक आज बुर्जत्, तुंगर, तन्गुत, वोल्गाकल्मुक, लेपचा आणि हिमालयांतील इतर तिबेटी लोक यांमध्यें प्रचलित आहे.

२ सिंहलद्वीप.—बौद्धधर्माबरोबर भारतीय वैद्यकाचा सिंहलद्वीपामध्यें तिबेटपेक्षां बराच लवकर प्रवेश झाला. परंतु सिंहलद्वीपांत महावंशाच्या पुरवणीमध्यें उल्लेखिलेल्या सारत्थसंगह या ग्रंथाखेरीज योगार्णव ह्याच काय तो सर्वांत प्राचीन ग्रंथ दिसतो. अर्वाचीन सिंहली व पाली ग्रंथ व हस्तलिखित ग्रंथ हे सर्व संस्कृत ग्रंथांच्या आधारानें लिहिलेले दिसतात.

३ ब्रह्मदेश.—जरी सुश्रुत या ग्रंथाची कीर्ति कांबोज देशापर्यंत इ. स. ९०० च्या सुमारास जाऊन पोंहोचली होती, तरी संस्कृत भाषेंतीलच मूळ सुश्रुत, द्रव्यगुण व इतर वैद्यकीय ग्रंथ यांची संस्कृतावरून एकदम ब्रह्मी भाषेंत भाषांतरें झालीं नव्हतीं. ब्रह्मी भाषेंतील वैद्यकीय पारिभाषिक शब्दहि संस्कृत शब्दांवरूनच बनविले आहेत.

४ इराण व अरबस्थान.—वैद्य व औषध यांचे निदर्शक पर्शुभारतीय शब्द (भिषज्—विझिस्क; भेषजम्–वइषझेम्), मंत्र, जादूटोणा यांचे निदर्शक शब्द (मंत्र–माथ्र), कांहीं रोग व शरीराचे अवयव यांचीं प्रचारांतील नांवें हीं सर्व प्राचीन आर्यकालापासून चालत आलीं आहेत; व तीं एकाच मूळ भाषेपासून निघालेलीं दिसतात. त्याप्रमाणेंच बॅक्ट्रिया देशांतील वैद्य (बाल्हीक भिषज्) कांकायन याचा चरकामध्यें उल्लेख असून बावर हस्तलिखितांतहि तो आढळतो. सिद्धयोग या ग्रंथांत पारसीय यवानी नांवाची इराणी उपचारपद्धति सांगितली आहे. त्याच्याहि पूर्वी हिंगाचा सुश्रुतांत व इतर ग्रंथांत उल्लेख आढळतो व तो बहुतकरून इराणांतूनच येत असावा. त्याप्रमाणेंच नारंग (नारिंग)हीं बहुधा तिकडूनच येत असावीं. पारा वगैरे धातू, अफू इत्यादिकांचा औषधांत उपयोग, व निदान करण्यामध्यें नाडी पाहण्याची क्रिया, या गोष्टी जॉलीच्या मतें मध्ययुगीन कालांत इराण व अरबस्थान या देशांतून भरतखण्डांत आल्या असाव्या. या नंतरच्या कालांत पुष्कळच औषधें इराणांतून येऊं लागलीं. त्यांचें सर्वांचें येथें वर्णन देण्याचें कारण नाहीं.

उलट पक्षीं अब्बासिद घराण्याच्या कारकीर्दींत व बहुतकरून सासनिद घराण्याच्या कारकीर्दींतहि भारतीय वैद्यकावरील ग्रंथांचीं फारसी भाषेंत भाषांतरें झालीं होतीं. यानंतर त्यांचीं अरबी भाषेंत भाषांतरें झालीं.

भाषांतर झालेल्या ग्रंथांपैकीं चरक आणि सुश्रुत यांखेरीज इतर भारतीय ग्रंथकारांच्या नांवांची ओळख पटणें आज कठिण आहे. तथापि या ग्रंथांतील विषयांसंबंधीं अरबी ग्रंथकारांपासून जी माहिती मिळते, आणि त्यांतून राझी व इतर अरब ग्रंथकारांनीं जे उतारे घेतले आहेत, त्यांवरून असें दिसतें कीं, तें मूळ ग्रंथ भारतीयच असले पाहिजेत. अबू मनसूर मुवफ्फक याच्या (१० वें शतक) जतन करून ठेवलेल्या फारसी ग्रंथांत औषधी तयार करण्याबद्दल माहिती आढळते, तींतहि बराचसा भाग भारतीय आहे. या ग्रंथकारानें पद्धतशीर रीतीनें भरतखंडांत प्रवास केला होता. त्यानें आपल्या ग्रंथांत भारतीय ग्रंथांतील बरींच अवतरणें घेतलीं आहेत, परंतु या ग्रंथांची माहिती मिळत नाहीं.

ग्रीक देश.—डायोस्कोराइड्स व तत्पूर्व ग्रंथकारांनीं औषधांची माहिती दिली आहे. तींत पिप्पली, पिप्पलीमूल, कुष्ठ, शृंगबेर, कर्दम,(एला) त्वचा, वच, गुग्गुळ, मुस्तक, शर्करा,

तिल इ० जीं नांवें आलीं आहेत त्यांवरून ग्रीक वैद्यकामध्यें असणारा भारतीय अंश सहज लक्षांत येण्यासारखा आहे. परंतु ग्रीक वैद्यकाचें व त्यामध्यें आणि भारतीय वैद्यकामध्यें ज्या अनेक सारख्या गोष्टी दिसतात त्यांचें मूळ शोधणें फार कठिण आहे. उदाहरणार्थ, त्रिदोषपद्धति, तापाच्या तीन अवस्था, सूज वगैरे, मारक औषधींचा उपयोग, उपचारांचें शीत व उष्ण, रुक्ष आणि स्निग्ध अथवा पिच्छिल असें वर्गीकरण, हिपॉक्राटेझ यानेंच उत्पन्न केलेलें साध्यासाध्य विचारांचें महत्त्व, पथ्यापथ्य विचारामध्यें ऋतुमानाचें महत्त्व आणि भारतीयांच्या धार्मिक मताच्या विरुद्ध मद्याची योजना, इत्यादि अनेक गोष्टींत भारतीय व ग्रीक वैद्यकांमधील गूढ साम्य व्यक्त झालें आहे.

तथापि त्या साम्यावरून उपर्युक्त सर्व गोष्टी मूळ ग्रीकांच्या असून त्या भारतीयांनीं त्यांच्यापासून ग्रहण केल्या असें मात्र अनुमान करतां येणार नाहीं. कारण, त्रिदोषनिदानशास्त्राच्या परिणतावस्थेकडे पाहिलें असतां तत्सदृश ग्रीकशास्त्राची आठवण होते खरी;तथापि सांख्य वेदांतांतील त्रिगुणांशींहि त्याचा मेळ बसवितां येतो. व निदान पूर्वावस्थेंत तरी त्याचा उगम तेथूनच असावा असें स्पष्ट दिसून येतें.

शस्त्रक्रियेंत बहुधा ग्रीकांचेंच भारतीयांवर वर्चस्व असावें; कारण, ख्रिस्ती शकापूर्वी हिंदुस्थानांत शस्त्रक्रिया बहुतेक अज्ञात होती म्हटलें तरी चालेल; व पुढें उत्तरकालीन ग्रंथांतून सुद्धां शस्त्रक्रियेचा पूर्ण लोप झाला आहे.

वैद्यकीचें शिक्षण.—वैद्यकशास्त्र शिकविणारा शिक्षक कसा असावा याबद्दल विशेष नियम भारतीय वैद्यकांत सांगितले आहेत. त्याचप्रमाणें शिक्षकानें शिष्य कोणता पसंत करावा याबद्दलहि नियम आहेत. उपनयन झालेला शिष्य असावा हा नियम सुप्रसिद्ध आहेच. शिष्याची गुरूशीं वर्तणूक कशी असावी याबद्दल वैद्यकावरील ग्रंथांत विवेचन असतें, तें बहुतेक धर्मशास्त्रांतील ब्रह्मचाऱ्यासंबंधानें दिलेल्या नियमांना धरूनच असतें. त्यांत कांहीं जरूर तेवढेच थोडे फार फेरफार केलेले असतात. अध्ययनाकरितां ग्रंथ कोणते घ्यावे तेंहि वैद्यक ग्रंथांत सांगितलेलें असतें. तसेंच सूत्रमय ग्रंथ तोंडपाठ असावे, पण त्यांचा अर्थ चांगला समजून घेऊन ते पाठ करावे व त्यांची पुनः पुन्हां उजळणी करावी असें म्हटलेलें आहे. शिवाय अध्ययन केलेल्या भागासंबंधानें अनेकांनीं मिळून चर्चा करावी अशीहि सूचना देण्यांत आली आहे. वैद्यकीच्या प्रायोगिक शिक्षणासाठीं–विशेषतः शस्त्रक्रियेसंबंधाच्या शिक्षणासाठीं–प्रथम फळासारख्या निर्जीव पदार्थांवर शस्त्रप्रयोग करावे इत्यादि युक्त्या सुचविलेल्या आढळतात.

वैद्यांची योग्यता व धंदा.—कोणाहि वैद्याला धंदा सुरू करण्याकरितां प्रथम राजाची परवानगी घेतली पाहिजे असा नियम आहे. ह्या नियमाची अवश्यकता असण्याचें कारण उघड आहे. तें हें कीं, अर्धवट ज्ञान असलेल्या वैदूंचा या धंद्यांत प्रवेश होऊं नये. वैद्यासंबंधानें लोकांत बरेंच वाईट मत पसरलेलें आढळतें, त्याचें कारण हे अर्धकच्ची माहिती असलेले वैदू लोकच असतात. तथापि एकंदरीनें वैद्यवर्गाचा समाजांत बराच उच्च प्रकारचा दर्जा गणला जात असे. वर्णव्यवस्थेंतहि त्यांना उच्च स्थान होतें. कारण वैद्यांचा वर्ग ह्या मूळ ब्राह्मणवर्गांतून पुढें आलेला होता.

सामान्य वैद्यांखेरीज राजवैद्य म्हणून जो निराळा वर्ग असे त्याचीं कर्तव्यें काय याबद्दल स्वतंत्र विवेचन वैद्यकग्रंथांत दिलेलें असतें. तसेंच लढाईच्या वेळीं रणांगणांत जखमी झालेल्याकरितां वैद्यांनीं काय कामें करावयास पाहिजेत तेंहि दिलेलें आहे.

वैद्यांना धंद्यांत किफायत चांगली होत असे. यासंबंधानें विशेष उल्लेख बुद्धाशीं समकालीन असलेला जीवक कोमारभच या नांवाच्या वैद्याविषयीं आहे. त्याला कित्येक रोगांवरचे फारच आश्चर्यकारक गुणकारी उपाय माहीत होते, व त्यामुळें त्या औषधांपासून त्याला फार मोठी प्राप्ति होत असे.

वैद्यक ग्रंथांत वैद्याचा बाह्य वेष कसा असावा, त्यानें पोशाख कशा प्रकारचा करावा, त्याला संवयी काय असाव्यात व काय नसाव्यात, तसेंच रोग्याच्या घरीं गेल्यावर त्यानें कसें वागावें, विशेषतः रोगी लवकरच मरणार अशी स्थिति असल्यास वैद्यानें आपलें वर्तन कसें ठेवावें वगैरे अनेक गोष्टींसंबंधानें नियम व सूचना दिलेल्या असतात.

रोगनिदान.—पंचेंद्रियांचा उपयोग करून व प्रश्न करून रोगपरीक्षा केली जात असे.

मागाहूनच्या काळांतील ग्रंथांतून नाडीपरीक्षेविषयीं उल्लेख आढळतो. नाडीपरीक्षेचा उगम इराणांत किंवा अरबस्थानांत झाला असावा असें दिसतें.

साध्यासाध्यविचार.—साध्यासाध्य विचार करून जी रोगपरीक्षा केली जाते तिला विशेष महत्त्व आहे; कारण वैद्यानें असाध्य रोग्याला औषधोपचार स्वतःच्या जबाबदारीवर करावयाचा नसे.

चांगल्या व वाईट लक्षणांची सविस्तर माहिती दिलेली असते. अनिष्ट लक्षणांत, प्रेषित दूताची जात, त्याची येण्याची वेळ, कांहीं प्राण्यांचें दर्शन इत्यादि गोष्टी सांगितल्या असून शुभ लक्षणांत दूताच्या वस्त्राचाहि निर्देश केला आहे. वैद्याची निघण्याची वेळ, त्याची येण्याची वेळ, त्यानें रोग्याजवळ केलेलें वास्तव्य वगैरे संबंधांत सुद्धां शुभाशुभ पहात असत. व रोग्याची साध्यासाध्यता ठरविण्याच्या कामीं रोग्याला पडणारीं स्वप्नें, त्याच्या रोगाचीं दृश्य लक्षणें व त्या रोगाचे दिसून येणारे परिणाम या सर्वांचा उपयोग करण्यांत येई.

औषधें.—औषधांमध्यें मुख्य दोन प्रकार आहेत—(१) रसायनें व (२) वाजीकरणें. औषधांचे आणखी पोटभेद आहेत ते असेः (अ) जंगम म्हणजे प्राण्यापासून मिळणाऱ्या रक्त, चरबी, मांस, मूत्र इत्यादि द्रव्यांपासून केलेलीं; (आ) पार्थिव म्हणजे जमिनींत सांपड-

णाऱ्या धातू, रत्नें वगैरे द्रव्यांपासून केलेलीं; (इ) औद्भिद म्हणजे वनस्पतिजन्य; (ई) लंघन; (उ) मर्दन; व (ऊ) निचरणें वगैरे. औषधांचे निरनिराळे प्रकार सांगून नंतर औषधें तयार करण्यास लागणाऱ्या वनस्पती रानांतून कोठून, केव्हां व कशा आणाव्या, व त्या कशा रीतीनें एकत्र मिसळाव्या वगैरे माहिती वैद्यक ग्रंथांत सांपडते.

औषधींचे गुण.—उपर्युल्लिखित निरनिराळ्या प्रकाऱ्च्या औषधांचे कोणत्या रोगावर काय विशिष्ट परिणाम होतात तें सांगून शिवाय सर्व औषधांचे व खाद्यपेय पदार्थांचे सामान्य गुण व परिणाम दिलेले असतात. त्यांमध्यें सहा रसविषयक मुख्य गुण आहेत : स्वादु, अम्ल, लवण, तिक्त, कटुक व कषाय हे ते गुण होत. तथापि औषधी पोटांत जाऊन त्यांचा विपाक झाल्यावर वरील सहा प्रकाऱ्च्या रसांचे फक्त तीनच प्रकार बनतात; स्वादु व लवण रसांचा फक्त स्वादु हा विपाक होतो, अम्लांचा अम्लच राहतो व कटु,तिक्त व कषाय यांचा कटु विपाक बनतो.यामुळें अखेर स्वादु, अम्ल व कटु हे तीन रस बनतात. शिवाय प्रत्येक औषधीचा शीत वीर्य किंवा उष्ण वीर्य असा परिणाम होत असतो. पण हे वीर्यविषयक परिणाम आठ प्रकारचे असतात अशीहि एक उपपत्ति आहे. सर्व पदार्थांमध्यें ज्या मूलद्रव्यांचे ते बनलेले असतात त्या मूलद्रव्यांतले सर्व गुण असतात. आठ प्रकाऱ्च्या रेचक द्रव्यांमध्यें विशेषतः पृथ्वी आणि जल यांचे गुण विशेष प्रमाणांत असतात; यामुळें ते पदार्थ जड असतात, व तें पोटांत घेतांच खालीं खालीं जातात.

शरीरशुध्द्यर्थ पंचकर्में.—शरीरशुद्धीचे जे पांच मुख्य प्रकार आहेत ते पंचकर्में या सदराखालीं एकत्र दिलेले असतात. त्या पांच उपचारपद्धती येणेंप्रमाणेंः (१) वमन (वांति), (२) विरेचन (रेच), (३) बस्ति, (४) तैल बस्ति व (५) नस्य (शिंका). या पद्धतींचा केव्हां व कसा उपयोग करावा याची माहिती दिलेली आहे. या पांच उपचारपद्धती अंमलांत आणण्यापूर्वी स्नेहोपयोगी म्हणजे कातडीला मऊपणा आणणाऱ्या पदार्थांचा उपयोग करणें, व स्वेदोपयोगी म्हणजे अंगाला घाम आणणाऱ्या औषधांचा उपयोग करणें असे दोन पूर्व उपाय करावे असें सांगितलें आहे.

औषधींचा उपयोग.—सामान्यतः बहुतेक औषधें पोटांत घेण्याचीं असतात. परंतु याशिवाय औषधांचा उपयोग करण्याचे अनेक मार्ग आहेत ते येणेंप्रमाणेंः—(१) स्वेद (अंगाला उष्णता लावणें), (२) धूम्रपान, (३) धूपन, (४) कवलग्रह (गुळण्या करणें), (५) आश्चोतन उर्फ अंतःक्षेपण, (६) प्रलेप, (७) प्रदेह, (८) स्नेह उर्फ अभ्यङ्ग, (९) क्षारकर्म व (१०) अञ्जन उर्फ नेत्रकर्म.

पोटांत घेण्याच्या औषधींत रसायनें हीं अत्यंत महत्त्वाचीं होत.

औषधांचें स्वरूप व संख्या.—वावरच्या हस्तलेखांत निरनिराळ्या औषधांची जी लांबलचक यादी दिली आहे तिजवरून भारतीय वैद्यकांत औषधांची संख्या किती मोठी आहे याची चांगली कल्पना येते. ही माहिती १६०० वर्षांपूर्वींची आर्यवैद्यकाची स्थिति दर्शविणारी आहे. प्रत्येक औषध अनेक औषधिद्रव्यें मिळून तयार केलेलें असतें, व औषधांनां नांवें मोठीं कर्णमधुर दिलेलीं असतात. हीच औषधें बहुतेक सर्व उत्तरकालीन वैद्यक ग्रंथांत पुन्हां पुन्हां दिलेलीं सांपडतात. उत्तरोत्तर नव्या नव्या औषधांचा भरणा झालेला फारसा दिसत नाहीं. औषधें तयार करण्याच्या पद्धतींतहि अनेक शतकांत फारसा फरक पडलेला दिसत नाहीं. औषधींचे मुख्य प्रकार पुढीलप्रमाणें आहेतः १ धृत; २ तैल; ३ कषाय; ४ गुटिका; ५ मोदक; ६ पुटपाक; ७ चूर्ण; ८ कल्क; ९ स्वरस; १० लेह, लेह्य, अवलेह्य; ११ यवागू; १२ अरिष्ट, आसव व चूर्णारिष्ट; १३ काञ्जिक; १४ भस्म; १५ मात्रा इत्यादि.

औषधांचें प्रमाण.—औषधें मोजण्याकरितां व्यवहारांतील कायद्यानें ठरविलेलीं वजनेंमापेंच वापरण्यास वैद्यक ग्रंथांत सांगितलें आहे. सर्वांत लहान वजन गुंज व यव हीं आहेत. तथापि वजनांमापांसंबंधानें स्थानिक फेरबदल पुष्कळ असत.

पारा आणि अफू.—खनिज पदार्थांचा उपयोग औषधांकरितां करण्याची पद्धति वैद्यक ग्रंथांत वाढत्या प्रमाणांत दिसून येते. पाऱ्याचा उपयोग तपस्वी लोक आयुष्यवृद्धीकरितां करीत असत, आणि पाऱ्याच्या उपयोगासंबंधानें रसेश्वरदर्शन यासारखे स्वतंत्र ग्रंथ अगदीं अलीकडे १४ व्या शतकांत सुद्धां तयार झालेले आढळतात. त्यामुळें पाऱ्याचा उपयोग मूळ प्राचीन हिंदू लोकांनीं शोधून काढला किंवा त्याचा उपयोग करण्याचें ज्ञान त्यांनां अरब लोकांपासून प्राप्त झालें तें नक्की सांगतां येत नाहीं असें वॅटचें म्हणणें आहे. तथापि ज्या अर्थी पाऱ्याचें भस्म करण्याचा प्रकार मुसुलमानी अमदानींत सुरू झाल्याचें दिसून येतें, त्या अर्थी याचा मूळ उगम अरबस्थानांतील किमया उर्फ रसायनविद्येंतून झाला असण्याचा संभव आहे. कारण, अरबांच्या रसायनविद्येंत पाऱ्याला बरेंच महत्त्वाचें स्थान आहे.

अफू हा पदार्थ व त्याचा उपयोग याचें ज्ञानहि हिंदु वैद्यांनीं बाह्यांपासून मिळविलें असावें असें वाटतें. कारण, अफूची लागवड हिंदुस्थानांत अगदीं अलीकडे १६ व्या शतकापासून सुरू झाली असल्याचें दिसतें. त्यापूर्वी अफू अरबस्थानांतून इकडे येत असे.

शस्त्रवैद्यक.—आर्यवैद्यकाच्या या शाखेचे दोन विभाग आहेत. पहिला विभाग 'मोठी शस्त्रक्रिया' उर्फ शल्यतंत्र यांत शरीरांतलें विजातीय द्रव्य बोथट व तीक्ष्ण शस्त्रांच्या साहाय्यानें, किंवा डाग वगैरे देऊन काढून टाकण्याच्या क्रियेचा अन्तर्भाव होतो. 'लहान शस्त्रक्रिया' उर्फ शालाक्यतंत्र हा

दुसरा विभाग होय. यांत नेत्र व मस्तक यांनां होणाऱ्या सर्व प्रकारच्या रोगांवर करावयाच्या शस्त्रक्रियांचा समावेश होतो. आर्यवैद्यकाच्या आठ मुख्य भागांमध्यें शल्य व शालाक्य या दोन्ही भागांचा अंतर्भाव करतात. शस्त्रक्रियेचे आठ प्रकार करतात ते येणेंप्रमाणेः (१) छेदन, (२) भेदन, (३) लेखन, (४) वेदन किंवा व्याधन, (५) एषण, (६) आहरण, (७) विस्रावण व (८) सीवन. यांपैकीं प्रत्येक प्रकारच्या शस्त्रक्रियेसंबंधानें सविस्तर सूचना व माहिती वैद्यकग्रंथांत सांपडते. कोणत्या रोगावर कोणती शस्त्रक्रिया करावी याबद्दल माहितीहि तेथेंच दिलेली असते. शस्त्रक्रियेच्या माहितीबरोबर जखमांनां पट्या बांधण्यासंबंधाच्या पंधरा प्रकारांचीं नांवें देऊन त्यांचें स्वरूपवर्णन केलेलें असतें.

शस्त्रक्रियेचीं उपकरणें.—यासंबंधाची माहिती सुश्रुत, अष्टांगसंग्रह आणि अष्टांगहृदय या वैद्यक ग्रंथांतच काय ती दिलेली आहे; आणि त्यांतील मुख्य मुख्य गोष्टी तीनहि ग्रंथांत सारख्याच आहेत. उपकरणांमध्यें (१) बोथट हत्यारें उर्फ यंत्रें व (२) तीक्ष्ण हत्यारें उर्फ शस्त्रें, असे दोन मुख्य प्रकार आहेत. यांपैकीं यंत्रांचे सहा प्रकार आहेत. (१) स्वस्तिक यंत्र, (२) संदेश, (३) ताल, (४) नाडीयंत्र, (५) शलाकायंत्र व (६) अनुयंत्र, हे ते प्रकार होत. उपकरणांचा दुसरा प्रकार जीं शस्त्रें तीं एकंदर वीस प्रकारचीं असून तीं बहुतेक लोखंडाचीं केलेलीं असत; व त्यांचें लहान मोठे निरनिराळ्या प्रकारचे आकार होते.

अनुशस्त्रें-क्षार, डाग, जळवा इत्यादि.—भित्र्या किंवा आरामप्रिय लोकांकरितां कांहीं रोगांवर प्रत्यक्ष शस्त्रक्रियेऐवजीं जे अधिक सौम्य उपाय आर्यवैद्यकांत आहेत, त्यांचा अनुशस्त्रें या सदराखालीं संग्रह केलेला असतो. अनुशस्त्रांमध्यें क्षारांचा उपयोग विशेष महत्त्वाचा व सर्वांत कमी क्लेशकारक होय. सांधे, मर्मस्थानें वगैरे ज्या शरीरांतील भागांवर शस्त्रक्रिया करतां येत नाहीं, तेथें क्षार उत्तम उपयोगी पडतात. क्षारांचे मृदु, मध्यम व तीक्ष्ण असे तीन भेद असून त्यांचा शरीरांतील व बाह्य त्वचेवरील अनेक रोगांवर उपयोग होतो.

डागाच्या (अग्निकर्माच्या) उपायानें औषध, क्षार, किंवा शस्त्रक्रिया यांनीं बरे न होणारे कित्येक रोग बरे होतात. पण ह्या उपायांपेक्षां सौम्य उपाय जळवा लावून रक्त काढणें, किंवा तुंबडी लावणें (म्हणजे गाईचें शिंग किंवा बाटलीसारखें भांडें लावून रक्त ओढून घेणें), किंवा शीर तोडणें हे होत. हे सर्व उपाय आर्यवैद्यकांत दिलेले असतात.

शरीरपुष्टि.—आयुर्वेदिक ग्रंथांत बृंहण म्हणजे शरीर पुष्ट करण्याकरितां व तर्पण म्हणजे शरीर तुष्ट करण्याकरितां करावयाच्या गोष्टीहि सांगितलेल्या असतात. शरीर कृश असल्यास मांस वाढून शरीर घष्टपुष्ट होण्यासाठीं कोणते औषधोपाय योजावे याची त्यांत माहिती असते. उलट पक्षीं मेद वाढून शरीर वाजवीपेक्षां फाजील [illegible] झालें असल्यास उपोषणें वगैरे उपायांनीं शरीरांतील मांस कमी करण्याचे उपाय लंघन व अपातर्पण या सदराखालीं दिलेले असतात.

चरकामध्यें खाद्य व पेय अशा दोन्ही प्रकारच्या पदार्थांची यादी देऊन तिजबरोबर प्रत्येक पदार्थाचे वैद्यकशास्त्राच्या दृष्टीनें गुणधर्म व प्रत्येक पदार्थाची रुचि व त्याचे शीतोष्णादि परिणाम दिलेले आहेत. यांपैकीं जे पदार्थ खाणें शरीराच्या पुष्टितुष्टीच्या दृष्टीनें फायदेशीर असतें ते खाण्याबद्दल त्यांत शिफारस केली असून कोणते पदार्थ वर्ज्य करावयाचे तेंहि सांगितलें आहे.

वरील प्रकारच्या विवेचनांत मांस, मासे, मद्यें, शाकवनस्पती, फळें, पाणी, साखर वगैरे अनेक पदार्थांचें गुणधर्मवर्णन आलें आहे.

शरीरास पुष्टितुष्टिदायक असलेल्या पदार्थांचें सेवन केव्हां, कसें व किती प्रमाणांत करावें याबद्दलहि माहिती या ग्रंथांत आढळते.

आरोग्यविषयक नियम.—दिनचर्या उर्फ रोज करावयाचीं कृत्यें हा विषय जसा हिंदु धर्मग्रंथांत येतो तसाच तो आर्यवैद्यकावरील ग्रंथांतहि दिलेला असतो. यामुळें वैद्यक ग्रंथांत दिलेली याविषयींची बरीचशी माहिती अगदीं शब्दशः स्मृतिग्रंथांतील व गृह्यसूत्रांतील नियमांशीं जुळते. दिनचर्येसंबंधाचे म्हणजे वैद्यकदृष्ट्या आरोग्यासंबंधाचे नियम अथवा रोज करावयाच्या गोष्टी म्हटल्या म्हणजे, शौचविधि, मुखमार्जन, व्यायाम, अभ्यंग (म्हणजे हातपाय, डोकें वगैरे शरीराच्या सर्व भागांनां तेल चोळून केलेलें स्नान), तांबूलसेवन, नखें व केंस वेळच्या वेळीं काढून स्वच्छता ठेवणें, सुवासिक पुष्पें व अत्तरें यांचा उपयोग करणें, जोडा, छत्री, व काठी वापरणें, आरशांत शरीर पाहणें, झोंप, शिंक, मलमूत्रविसर्जनादि शरीरधर्मांचा अवरोध न करणें इत्यादि होत. या रोज करावयाच्या गोष्टी कशा कराव्या तें सांगून आरोग्यदृष्ट्या प्रत्येक गोष्टीपासून काय फायदा असतो याचें विवेचन आर्यवैद्यकांत केलेलें असतें.

या शिवाय ऋतुचर्या म्हणजे ऋतुमानाप्रमाणें हवेंत शीतोष्णादि फरक होतात त्यांनां अनुसरून करावयाच्या खाण्यापिण्यांतील वर्ज्यावर्ज्य गोष्टी कोणत्या त्यासंबंधानेंहि माहिती वैद्यक ग्रंथांत सांपडते. सुश्रुतांत वर्षांतील सहा ऋतू, त्यांतील हवामानाविषयीं माहिती, व त्या प्रत्येक ऋतूसंबंधीं वागण्यासवरण्याचे नियम दिलेले आहेत.

दिनचर्येंतील नियमांत फरक होण्याचें तिसरें कारण स्थलभेद हें होय. हवेच्या दृष्टीनें स्थलांचे म्हणजे निवासस्थानांचे तीन प्रकार वैद्यक ग्रंथांत केलेले असतात. (१) आनुप म्हणजे सर्द हवा असलेला दलदलीचा प्रदेश, (२) जांगल म्हणजे कोरडी हवा असलेला निर्वृक्ष माळ प्रदेश व (३) साधारण म्हणजे वरील दोहोंच्या दरम्यानचें हवामान असलेला प्रदेश, असे हे तीन प्रकार आहेत. या तीन निरनि-

राळ्या प्रकारच्या प्रदेशांतील हवामानाचें व प्राणिवनस्पतींचें वर्णन वैद्यकग्रंथांत असतें.

आर्यवैद्यकग्रंथांतील तात्त्विक विचार.—आर्यवैद्यकांतील सर्व गोष्टींची मूळ उभारणी शरीरांतील मुख्य तीन पदार्थांवर केलेली आहे. प्रत्येक मानवी शरीरांत कफ, वात व पित्त हे तीन मुख्य पदार्थ असतात. यांनां उद्देशूनच कफवातपित्तात्मक त्रिदोषपद्धति असें नांव देण्यांत आलें आहे. हे तीन मुख्य पदार्थ प्रत्येक मनुष्याच्या शरीरांत कांहीं ठराविक प्रमाणांत असतात, व तें प्रमाण कायम असेपर्यंत शरीर पूर्ण निरोगी स्थितींत असतें. पण कोणत्याहि कारणानें जर या कफवातपित्ताच्या प्रमाणांत फरक झाला, तर लगेच आरोग्य बिघडून शरीरांत कोणता तरी रोग उत्पन्न होतो. अर्थात् रोगनिवारण करणें म्हणजे शरीर कफवातपित्तदृष्ट्या मूळ स्थितींत आणून ठेवणें असा अर्थ होतो.

दुसऱ्या एका आर्यवैद्यकशाखेंत रक्त हा चवथा पदार्थ किंवा दोष मानून एकंदर पद्धति चतुर्दोषात्मक बनविली आहे.

ज्या या चतुर्दोषात्मक पद्धतींत रक्त हा स्वतंत्र दोष अथवा रोगोत्पादक कारण मानतात ती पद्धति शास्त्रेतिहासकाच्या दृष्टीनें विशेष महत्त्वाची आहे. कारण तिच्यावरून प्राचीन ग्रीक रोगचिकित्सापद्धतीची आठवण होते, व या दोहोंतील सादृश्यावरून ही पद्धति मूळ कोणीं काढली व कोणीं कोणापासून घेतली अशा प्रकारचा वाद उत्पन्न होतो.

एवढें मात्र खरें कीं, वातीकार, वातीकृत हे शब्द अत्यंत प्राचीन अशा अथर्ववेद ग्रंथांत आलेले आहेत. यामुळें निदान वात हा तरी शरीरांतील दोष फार प्राचीन काळापासून हिंदुस्थानांतील आर्यांस माहीत होता ही गोष्ट निःसंशय सिद्ध होते. बौद्ध वाङ्मयांतल्या वैद्यकविषयक अगदीं जुन्या ग्रंथांतहि वरील त्रिदोषात्मक रोगचिकित्सापद्धति स्वीकारलेली आढळते.

सात प्रमुख शरीरघटक उर्फ धातू.—आर्यवैद्यकांत मानवी शरीराचे मुख्य घटक एकंदर सात मानिले असून त्यांनां धातू अशी संज्ञा आहे. १ रस, २ रक्त, ३ मांस, ४ मेद (चरबी), ५ अस्थी (हाडें), ६ मज्जा व ७ शुक्र हे ते सात धातू होत.

या सात धातूंचें वर्णन, त्यांपैकीं प्रत्येकाचें शरीरांतलि स्थान, आणि प्रत्येकाचें शरीरव्यापारांतील कार्य,तसेंच निरोगी व रोगी शरीरस्थितींत या सात धातूंत होणारा फेरफार या सर्वांसंबंधाची माहिती वैद्यकग्रंथांत असते.

या धातूंच्या ओजवृद्धीवर किंवा बलवृद्धीवर शरीराचें ओज किंवा बल अवलंबून असून, त्यांपासून शरीराला मिळणाऱ्या ओजाच्या किंवा बलाच्या जोरावरच शरीराच्या निरनिराळ्या बाह्य व अंतःस्थ अवयवांनां आपआपले व्यापार चालवितां येतात.

आर्यवैद्यकाची शारीरशाखा.—मानवशरीरांतील निरनिराळ्या भागांचें वर्णन हा संस्कृत वाङ्मयांतील अनेक प्रकारच्या ग्रंथांचा सर्वसामान्य विषय आहे. उदाहरणार्थ, अस्थिज्ञान उर्फ शरीरांतील एकंदर हाडांसंबंधाची माहिती चरकांत ज्याप्रमाणें आहे, त्याचप्रमाणें बहुतांशीं विष्णुकृत व याज्ञवल्क्यकृत स्मृतिग्रंथांतहि आहे. चरक, विष्णुस्मृति व याज्ञवल्क्यस्मृति या तीनहि ग्रंथांत शरीरांतील हाडांची संख्या ३६० दिली आहे.

आर्यवैद्यकांत एकंदर शरीराचें पृथक्करण करून त्याचे ६ अंगें (मुख्य भाग), ५६ प्रत्यंगें (दुय्यम भाग), ६ (किंवा ७) त्वचेचीं आवरणें (कातडींतले पडदे), ५ इंद्रियें व त्यांचे शरीरावयव, ७ आशय किंवा आधार (गर्भाशय, पित्ताशय इ०), १५ अंतःस्थ अवयव, इत्यादि विभाग पाडतात; व त्या सर्व विभागांचें वर्णन वैद्यक ग्रंथांत येतें. शिवाय, हाडांचे सर्व सांधे, रक्तवाहिन्या, स्नायू वगैरे भागांचें सविस्तर वर्णन व नेत्र या इंद्रियाची शारीरदृष्ट्या सूक्ष्म माहितीहि त्यांत दिलेली सांपडते.

व्यवच्छेदन.—मृतदेहाची तपासणी कशी करावी यासंबंधाची माहिती फक्त एका सुश्रुतग्रंथांतच काय ती आढळते. अशा प्रकारची तपासणी करतांना वैद्यानें कोणत्या गोष्टी ध्यानांत ठेवाव्या तें त्यांत दिलें आहे. निरनिराळ्या शरीरावयवांची माहिती करून घेण्याकरितांहि या ग्रंथांत मृतशरीराचा व्यवच्छेद सांगितला असून त्याकरितां कोणत्या प्रकारचें प्रेत घ्यावें व तें कसें सुरक्षित ठेवावें वगैरे गोष्टींसंबंधाची माहितीहि तेथें सांपडते.

मन आणि विश्व यांची उत्पत्ति.—भारतीय वैद्यकशास्त्रज्ञांनीं प्रामुख्यानें सांख्यतत्त्वज्ञानाचा अवलंब केला आहे. चरकामध्यें (१. १३, १) पुनर्वसु हा भोंवतालीं बसलेल्या सांख्यमतानुयायांस वैद्यकशास्त्राचे पाठ सांगत आहे असें वर्णन आलें आहे. सुश्रुतामध्यें सत्व, रज आणि तम या तीन गुणांनीं युक्त असलेलें अव्यक्त हेंच सर्व विश्वाचें मूळ आहे असें सांगितलें आहे. पुढें या अव्यक्तापासून महान् उत्पन्न होऊन नंतर त्यांतून अहंकार उत्पन्न होतो. त्या अहंकाराचीं वैकारिक, तैजस व भूतादि अशीं तीन रूपें असतात.

अहंकाराच्या पहिल्या रूपापासून म्हणजे वैकारिकापासून ११ इंद्रियें (पांच कर्मेंद्रियें, पांच ज्ञानेंद्रियें आणि एक अंतरिंद्रिय उर्फ मन) निर्माण होतात; व तिसऱ्या रूपापासून ५ तन्मात्रें उत्पन्न होऊन त्यांपासून पुढें जगांतील एकंदर चोवीस तत्वें आस्तित्वांत येतात.

जगांतील सर्व सेंद्रिय पदार्थांचे चार वर्ग असल्याचा वारंवार उल्लेख येतो. स्वेदज, अण्डज, उद्भिज्ज आणि जरायुज हे ते चार वर्ग आहेत.

प्रकृति व तिचे सत्व, रज आणि तम हे तीन गुण यासंबंधाची आणि विश्वांतील एकंदर पंचवीस तत्वांची माहिती भावप्रकाश (१. १, ९) मध्यें आहे.

रोगनिदान.—आयुर्वेद पद्धतीप्रमाणें शरीरांत वात, पित्त आणि कफ हे तीन मुख्य पदार्थ असून त्यांच्या प्रमाणांत कमीजास्त विघाड झाला कीं रोग उत्पन्न होतात असें मागें सांगितलेंच आहे. आयुर्वेदांत एकंदर रोगांचें वर्गीकरण या दृष्टीनेंच केलेलें असतें. सुश्रुताच्या मतें एकंदर रोग ११२० आहेत, पण चरकाच्या मतें ते असंख्य आहेत.

याशिवाय चवथा एक रोगांचा प्रकार आहे. ते रोग म्हणजे अपघातांमुळें किंवा इतर कांहीं बाह्य कारणांमुळें झालेले रोग होत. यांनां आगंतुक रोग अशी संज्ञा आहे. हे रोग ज्या अनेक कारणांमुळें उत्पन्न होतात त्यांत ओरखडणें, चावणें, पडणें, आघात होणें, भूतबाधा, शाप, मूठमार, जादूटोणा इत्यादि सर्व गोष्टींचा समावेश होतो.

शरीरांतील वातपित्तकफ यांच्या प्रमाणांत विघाड होण्याचें मुख्य कारण अर्थात् कुपथ्यसेवन हें आहे. परंतु त्याशिवाय इतर कित्येक गोष्टींचा परिणाम होऊनहि रोग उत्पन्न होतात. उदाहरणार्थ, शरीरांतील वाताचें प्रमाण अधिक शक्तिमान् माणसाशीं द्वंद्वयुद्ध केल्यानें, अतिशय शारीरिक श्रम केल्यानें, अतिरिक्त मैथुन अथवा मानसिक श्रम केल्यानें, किंवा प्रमाणाबाहेर पळणें, पोहणें, जागरण करणें, ओझें वाहणें, घोड्यावर अगर हत्तीवर बसून दवडणें, मलमूत्राचा अवरोध करणें, उपोषणें करणें, इत्यादि अनेक कारणांमुळें विघडतें. शरीरांतील पित्त क्रोध, चिंता, भीति, उपोषण, अपचन, मैथुनातिरेक इत्यादि कारणांमुळें वाढतें; व दिवसां झोंप, व्यायामाचा अभाव इत्यादि कफ वाढण्याचीं कारणें आहेत. याशिवाय ऋतुमानाप्रमाणेंहि त्यांच्या प्रमाणांत फेरबदल होत असून अहोरात्राच्या चोवीस तासांत सुद्धां त्यांमध्यें फरक होतो. पचनक्रियेच्या निरनिराळ्या अवस्थांत वात, पित्त व कफ यांचें प्रमाण निरनिराळें असतें. वातपित्तकफांतील विघाड होण्याच्या क्रियेची आंवण्याच्या क्रियेशीं तुलना करण्यांत येते. वातदोष शरीरांत अधिक झाल्यास तो वात लगेच शरीरभर पसरतो; व शरीरांतील निरनिराळ्या भागांत निरनिराळ्या प्रकारच्या व्याधी उत्पन्न करतो.

याप्रमाणें उत्पन्न होणाऱ्या त्रिदोषात्मक व्याधींचें प्रशमन कसें करावें हें सांगणें चिकित्सा या वैद्यकशाखेचें काम होय. व्याधिहारक औषधोपायांचा परिणाम शरीरावर रक्ताच्या द्वारें व वातपित्तकफ यांच्या द्वारें होत असतो.

वात, पित्त व कफ या त्रिदोषांपासून होणाऱ्या रोगांशिवाय रोगांचा चवथा एक प्रकार आहे, तो रक्तज नामक रोगांचा—म्हणजे रक्त दूषित झाल्यानें होणाऱ्या पण साध्य अशा रोगांचा—होय. यांशिवाय शरीरांतील बाकीच्या सहा धातूंमध्यें विघाड होऊन वरच्याप्रमाणेंच निरनिराळ्या प्रकारचे रोग उत्पन्न होत असतात. सुश्रुत ग्रंथामध्यें रोगांचें वर्गीकरण निराळ्याच पद्धतीनें करून एकंदर रोगांचे सात वर्ग केले आहेतः ते असे

(१) आदिबलप्रवृत्त (आनुवंशिक), (२) जन्मबलप्रवृत्त, (३) दोषबलप्रवृत्त, (४) संघातबलप्रवृत्त, (५) कालबलप्रवृत्त, (६) दैवबलप्रवृत्त व (७) स्वभावबलप्रवृत्त. याप्रमाणें यादी देऊन सुश्रुतकारानें शेवटीं मुद्दाम असें लिहून ठेविलें आहे कीं सर्व रोगांचें मूळ कारण वात, पित्त व कफ हे तीन दोषच असतात.

यांखेरीज रोगांच्या साध्यासाध्यतेच्या दृष्टीनें त्यांचें (१) साध्य, (२) याप्य (उपशमन पावणारे) व (३) प्रत्याख्येय, अनुपक्रम अथवा असाध्य असें आणखी एक वर्गीकरण करतात.

कर्मज म्हणून रोगाचा एक निराळाच प्रकार सांगितलेला असतो, व त्यामध्यें ज्या रोगांनां प्रत्यक्ष असें कांहीं एक कारण दाखवितां येत नाहीं व जे नहमींच्या सामान्य उपायांनीं बरे होत नाहींत त्यांचा समावेश पुनर्जन्माच्या तत्त्वानुसार करण्यांत येतो. कर्मज रोग म्हणजे पूर्व जन्मांत केलेल्या पापांचें फळ म्हणून भोगावा लागणारा रोग असा अर्थ आहे. अशा रोगापासून मुक्तता करून घेण्याकरितां तप, प्रायश्चित्त इत्यादि उपायांचा अवलंब करावा लागतो.

रोगाच्या प्राथमिक अवस्थेमधील गोष्टींनां प्राग्रूप किंवा पूर्वलक्षण म्हणतात; व रोग भरांत असतांना ज्या मुख्य मुख्य विशिष्ट गोष्टी होतात त्यांनां लक्षणें असें नांव आहे; एक मुख्य रोग झाला असतांना त्याच्या बरोबर दुसरे जे कित्येक आनुषंगिक किरकोळ रोग उत्पन्न होतात त्यांनां उपद्रव अशी संज्ञा देतात, आणि एखादा मोठा रोग होऊन गेल्यानंतर त्यापासून पुढें ज्या बारीक सारीक उपाधी उद्भवतात त्यांचा उपसर्ग किंवा औपसर्गिक रोग या नांवाखालीं अंतर्भाव करतात.

मधून मधून रोगांच्या मोठमोठ्या सांथी येतात. त्या दीर्घकालीन अवर्षणासुळें किंवा अतिवृष्टीमुळें उद्भवलेल्या असतात असें आर्यवैद्यकाचें मत आहे. परंतु प्लेगसारख्या सांथी पुष्कळ वेळां मनुष्यसमाजाच्या हातून घडणाऱ्या पापांबद्दल शासन म्हणून उत्पन्न होतात असाहि या वैद्यकग्रंथांत उल्लेख आढळतो.

भारतीय वैद्यकाची अर्वाचीन वर्धमान अशा पाश्चात्य वैद्यकाशीं तुलना करणेंच मुळीं चुकीचें होईल. परंतु प्राचीन संस्कृतींतल्या वैद्यकाशीं त्याची तुलना केली तर मात्र तें वाईट दिसावयाचें नाहीं. भारतेतर प्राचीन राष्ट्रांचें वैद्यकज्ञानहि कमी दर्जाचें नव्हतें. जादूटोणा, मंत्रतंत्र यांपासून ग्रीकांनीं निदान भारतीयांइतकी तरी मुक्तता करून घेतल्याचें दिसून येईल. मागें शास्त्रविकासाचा इतिहास देतांना ग्रीक व रोमन लोकांच्या वैद्यकज्ञानासंबंधीं उल्लेख आले आहेत, ते प्रस्तुत प्रकरणास महत्त्वाच्या टीपा म्हणून पहावेत.

मिसरदेशीय वैद्यक.

जादूटोणा व मंत्रतंत्र.—मागील प्रकरणांत प्राचीन

मिसर देशीय लोकांच्या कांहीं खुळ्या समजुती दिल्या आहेत (पृष्ठ ३२५ पहा) त्या वाचल्या म्हणजे, अशा समजुती ज्या देशांतील लोकांत रूढ असतात त्या देशांत या दुश्चिन्हांची शांति करण्यासाठीं मंत्रतंत्रादिकांचे प्रयोगहि उलटपक्षीं अस्तित्वांत असले पाहिजेत अशी कोणाचीहि सहज अटकळ होईल. हे मंत्र मूलतः देवादिकांच्या इतिहासावरून तयार केलेले दिसतात. एखाद्या शुभ प्रसंगास अनुलक्षून देवाच्या तोंडून जे शब्द निघाले असतील ते नेहमीं शुभदायक होतात अशी समजूत होती; म्हणजे हे शब्द आपण स्वतः उच्चारून मांत्रिक इष्ट माणसाचें कल्याण करण्याची उमेद बाळगीत असे. ह्या मंत्रप्रयोगानें प्राक्तनांत असलेल्या गोष्टी देखील फिरवितां येत होत्या. उदाहरणार्थ, एखाद्या माणसास जर सर्पदंश होऊन अकाली मृत्यु येणार असला, तर त्याला मांत्रिकाच्या साहाय्यानें तो प्रसंग वृद्धापकाळावर ढकलतां येई. याशिवाय अभिचारप्रयोगासंबंधींहि कित्येक खुळ्या समजुती प्रचलित होत्या. जर एखाद्यास दुसऱ्याच्या केंसाचा झुबका किंवा नखें मिळवून तीं एका मेणाच्या मूर्तींत भरून ठेवतां आलीं, तर ही मूर्ति त्या माणसाची वशीकृत प्रतिमाच होईल, व हिच्यावर जे जे प्रयोग करण्यांत येतील ते ते सर्व त्या माणसास बाधतील असा दृढ समज होता.

आपल्या शत्रूचा सूड घेण्याकरितां मिसरदेशीय लोक असल्याच उपायांचा अवलंब करीत. शत्रूच्या वशीकृत प्रतिमेस मारलें तर शत्रूस वेदना होतील, तिला बिस्तवावर भाजलें तर शत्रु तापानें आजारी पडेल, अशा त्यांच्या समजुती होत्या. अर्थात् असल्या अभिचारप्रयोगांवर पुन्हां प्रतिप्रयोगहि होतेच. ह्या सर्व मंत्रतंत्रांचा मिसरी लोकांच्या वैद्यकाशीं अगदीं निकट संबंध होता. मास्पेरोच्या माहितीवरून असें दिसतें कीं, रोगाच्या मुळाशीं केवळ शत्रूचे अभिचारप्रयोगच असतात असें मिसरी लोक समजत नव्हते. पण कोणत्याहि आजारीपणांत अभिचाराचें किती अंग आहे व किती नाहीं हें सांगणें अर्थात् कोणासच शक्य नसतें. मिसरी माणसाच्या मनांत प्रत्येक गोष्टीचा कोणत्याना कोणत्या तरी अज्ञेय शक्तीशीं इतका निकट संबंध जोडलेला असे कीं, त्याला त्यामुळें भौतिक कारणें नेहमीं दुय्यम महत्त्वाचीं वाटत. निदान उत्तरकालांत तरी वैद्य हा बहुधा कोणी तरी पुरोहितच असल्याचें आढळतें, व वैद्यकाचीं भौतिक व आधिभौतिक अंगें परस्परांशीं दृढसंबद्ध दिसतात.

या पुरोहिती वैद्यांचें मंत्र म्हटल्याशिवाय औषधच तयार होत नसे. रोग्याला औषध घेतांनाहि कांहीं तरी मंत्र म्हणावा लागेच. मिसरी वैद्यांत सर्वच जण मंत्रतंत्रांचें थोतांड माजविणारे होते असें नाहीं. कारण, कांहीं कांहीं वैद्यक ग्रंथांत मंत्रतंत्रांची संख्या बरीच कमी आढळून येते. उदाहरणार्थ, जॉर्ज एबर्स नांवाचें त्याच नांवाच्या संशोधकानें प्रसिद्ध केलेलें अठराव्या राजघराण्यांतील (खि. पू. १७ वें किंवा १६ वें शतक) एक वैद्यकशास्त्रावरील लिखाण आहे, त्यामध्यें तदुत्तरकालीन त्याच प्रकारच्या इतर ग्रंथांच्या मानानें फारच थोडे मंत्रतंत्र दिले आहेत.

एकंदरींत मिसरदेशीय लोक रोग बरा करण्याकरितां केवळ मंत्रांवरच कधींहि विसंबून रहात नव्हते. त्यांचें औषध म्हणजे निरनिराळ्या प्रकारच्या वनस्पतींचें मिश्रण असे. इतकेंच नव्हे तर त्यांत सरड्याचें रक्त, डुकराचे दांत, नासकें मांस, डुकराच्या कानांतील ओला मळ, उकळलेलें शिंग व अशाच प्रकारचे दुसरे यांहूनहि शिसारी आणणारे पदार्थ पडत असत. या गोष्टींचें आपणांस आश्चर्य वाटावयास नको. कारण सुधारणेच्या शिखरास जाऊन पोहोंचलेल्या यूरोपीय राष्ट्रांतहि अठराव्या शतकापावेतों वैद्य लोक असल्याच प्रकारचीं औषधें योजीत असत. अडाल्फ एर्मन हा आपल्या "लाइफ इन एन्शंट इजिप्त" नामक ग्रंथांत एके ठिकाणीं असें सांगतो कीं, इजिप्त देशांत तर अजूनहि लोक कांहीं कांहीं बाबतींत आपल्या पूर्वजांच्या उपायांसच चिकटून राहिले आहेत. हजारों वर्षें लोटून गेलीं तरी स्कॅरॅबस बीटल नामक किड्याचा अद्याप पूर्वीप्रमाणेंच औषधि म्हणून उपयोग करण्यांत येतो. वैद्यक ग्रंथांतील एका प्राचीन सूत्रांत असें सांगितलें आहे कीं: "कोणत्याहि प्रकारची चेटकिणीची बाधा झाली असतां एक चांगला मोठा स्कॅरॅबस बीटल नावांचा किडा घ्या; त्याचें डोकें व पंख कापून त्याला तेलांत घालून पुन्हां बाहेर काढा; नंतर त्याचें डोकें व पंख शिजवा व मग त्याला सापाच्या चरबींत घालून उकळून तें मिश्रण रोग्यास पाजा." आज देखील इजिप्तचा माणूस अगदीं ह्याच उपायाचा अवलंब करतो. फरक एवढाच कीं तो सापाच्या चरबीऐवजीं साधेंच तेल वापरीत असतो.

औषधिज्ञान.—प्राचीन काळीं मिसर देशांत वैद्यकीच्या धंद्यास बरेंच महत्त्व होतें. यास प्रत्यंतर म्हणजे ज्या अतिपुरातन काळांतील, राजांशिवाय इतर फारच थोडीं नांवें उपलब्ध होऊं शकतात त्या काळांतीलहि कित्येक वैद्यांचीं नांवें आज आपणांस अवगत आहेत. ह्या मिसरी वैद्यांनां शास्त्रीयदृष्ट्या खरोखर किती ज्ञान होतें हें आज नक्की सांगणें कठिण आहे. त्यांच्या औषधांच्या कृती आज दिसावयास कितीहि विचित्र दिसत असल्या, तरी एवढें मात्र खास कीं ह्या औषधांचा व्यवहारांत कांहीं तरी उपयोग असलाच पाहिजे. मिसरी लोक शुद्ध प्रयोगसिद्ध अशींच औषधें वापरीत होते; पण या औषधांतील भाराभर पदार्थांपैकीं कोणते पदार्थ वस्तुतः गुणकारी होते हें ठरवणें त्यांनां अशक्य असावें असें दिसतें.

शारीरज्ञान.—वैद्यांचें शरीररचनेसंबंधीं ज्ञान फारच तुटपुंजें होतें असें मानावयास बराच आधार आहे. प्रथम दर्शनीं असें वाटतें कीं, मिसरी लोकांच्या मृत माणसाचें शरीर जतन करून ठेवण्याच्या प्रघातामुळें ते शरीर व्यवच्छेद करून शरीराचें पृथक्करण करण्यास शिकले असावे,

व अशा रीतिनें त्यांचें शरीररचनेविषयींचें ज्ञान वृद्धिंगत झालें असावें. पण वस्तुस्थिति याच्या अगदीं उलट होती. मृत देहांत मसाला भरून ठेवणें हा शुद्ध धार्मिक विधि होता. तो पुरोहितांच्या देखरेखीखालीं होत असे खरा; पण मिसरी लोकांच्या मनांत मनुष्यदेहाविषयीं इतका आदर होता कीं, खुद्द पुरोहितांनां मसाला भरण्यासाठीं अवश्य असणारी प्राथमिक चीरफाड करण्याचीहि सक्त मनाई होती. हें काम करावयास मांगाच्या दर्जाचा परश्चितस नांवाचा एक निराळाच कोणी माणूस असे असें हिरोडोटस व डायोडोरस यांनीं म्हटलें आहे. पराश्चितस हा एका अणकुचीदार दगडानें आपलें किळसवाणें काम करून घाईघाईनें निघून जात असे, व नंतर पुढची सर्व क्रिया पुरोहितांनां करावी लागे. पण पुरोहितांचें निरीक्षण केवळ उदरांतील आंतड्यापुरतेंच असे, शरीराच्या दुसऱ्या भागांची चीरफाड ते कधींहि करीत नसत. यावरून प्राचीन मिसरी लोकांनां शरीररचनानिरीक्षणार्थ अत्यंत परिमित क्षेत्र होतें ही गोष्ट स्पष्ट होते.

धार्मिक विधीमध्यें जरूर असलेली प्रेतावरील चीरफाडच जर इतकी भयंकर मानली जात होती, तर त्याहून कमी पवित्र कार्यासाठीं शरीराची चीरफाड करण्यास पूर्ण मनाई असली पाहिजे हें सांगावयास नकोच. मिसर देशाच्या निरनिराळ्या भागांत निरनिराळे पशू पवित्र मानले जात असल्यामुळें, ही मनाई बहुधा अनेक पशूंच्या चीरफाडीस लागू असावी. मिसरी माणसाच्या मनोरचनेची जी आपणांस माहिती आहे, तिजवरूनहि तो केवळ ज्ञानलालसेनें प्रेरित होऊन शरीररचनेचें काळजीपूर्वक निरीक्षण करण्याचा प्रयत्न करील असें संभवत नाहीं. मिसरी माणसाचें ज्ञान अत्यंत व्यावहारिक होतें. त्याचा गूढ विद्येकडे कल होता असें जें आपणांस वाटतें तें केवळ त्याच्या विश्वासनिष्ठ आचारामुळें. परंतु विश्वासनिष्ठ आचार हा एक प्रकारें त्याच्या शास्त्रीय निरीक्षणाचा व त्यापासून शास्त्रशुद्ध अनुमान काढण्याच्या प्रयत्नाचाच परिणाम होता. मिसरी वैद्यास शरीररचनेचें ज्ञान हवें होतें किंवा नव्हतें हा प्रश्न जरी बाजूला ठेवला, तरी त्याला यासंबंधीं जें कांहीं ज्ञान होतें तें मात्र अगदींच तुटपुंजें होतें एवढें खरें. त्याच्या मतें एकंदर बावीस किंवा चोवीस नाड्या डोक्यांतून निघून त्यांतील दोन दोन शरीरांतील प्रत्येक अवयवाकडे गेल्या आहेत. या नाड्यांतून हवा, पाणी, उत्सृष्ट रस वगैरे पदार्थ वाहतात अशी कांहींतरी त्याची अंधुक कल्पना होती. तथापि ह्या अंधुक कल्पनेच्या मुळाशीं शरीरांत नाडीयुक्त असें काळीज नांवाचें एक मध्यवर्ति इंद्रिय आहे ह्या ज्ञानाची प्रतिपत्ति आहे हें विसरतां कामा नये. हृदयाला सर्व अवयवांचें आरंभस्थान म्हटलेलें आहे. "त्याच्या नाड्या सर्व अवयवांत गेल्या असून कपाळावर, मानेवर, हातावर, पोटावर, दंडावर, पायावर कोठेंहि वैद्यानें हात ठेविला तरी तेथें त्याच्या हातास काळीज लागतें [एर्मन]" असें सांगण्यांत येतें. मिसरी वैद्याची शरीररचनेसंबंधीं कल्पना कितीहि अंधुक असली, तरी त्यास उपर्युक्त नाडीविषयक ज्ञान प्राप्त करून घेतल्याचें श्रेय देणें रास्त आहे.

बाबिलोनी व असुरी वैद्यक.

मंत्रतंत्र व जादूटोणा.—हा विषय इतका व्यापक आहे कीं बाबिलोनच्या सर्वच ज्ञानाचा त्यांत समावेश होण्यासारखा आहे.

बाबिलोनी लिखाणांमध्यें मंत्रतंत्र व जादूटोणा ह्यांचाच भरणा फार आहे. त्यांची एकंदर संख्या पाहून साहजिकच असा तर्क होतो कीं, त्यांत दिसून येणाऱ्या खुळ्या समजुतींचा बाबिलोनी समाजांतील खालपासून वरपावेतों सर्व दर्जांतील माणसांच्या एकूण एक कृत्यांवर प्रत्यहीं परिणाम होत असला पाहिजे. तथापि, प्रत्येक धर्मांतील लोकांच्या समजुती व कृती यांमध्यें नेहमीं मेळ असतोच असें मात्र मानतां येत नाहीं. परक्या धर्मासंबंधीं विचार करतांना व त्यांतहि पुन्हां बाबिलोनसारख्या पुरातन राष्ट्रांतील हजारों वर्षांपासून पिढ्यानुपिढ्या चालत आलेल्या समजुतींचा विचार करतांना, त्या लोकांच्या परंपरागत समजुतींचा त्यांच्या कृतींवर किती परिणाम होत असे हें नक्की सांगणें बरेंच कठिण असतें. बाबिलोनी लोकांच्या शकुनासंबंधीं आपली बहुतेक माहिती निनिव्हि येथील उत्तरकालीन राजांच्या ग्रंथालयांत सांपडलेल्या लेखांच्या आधारावर रचलेली आहे; पण हे शकुनविषयक लेख मुळांत अक्कडी भाषेंत लिहिलेले असून ते व त्यांचे असुरभाषेंतील अर्थ शेंकडों किंबहुना हजारों वर्षांपासून चालत आलेले होते. बाबिलोनी व असुर लोकांची अशी समजूत होती कीं, ज्या जगांत आपण राहतों तें भुतांखेतांनीं भरलें असून हीं भुतें खाल्लेल्या अन्नाबरोबर किंवा प्यालेल्या पाण्याबरोबर आपल्या शरीरांत प्रवेश करूं शकतात. मनुष्यास जे रोग होतात त्यांनां हीं भुतेंखेतेंच कारण असतात. फॉक्स टाल्बॉटच्या मतें हीं भुतें घालविण्यास मंत्रांचाच केवळ उपयोग केला जात असे. परंतु हें संभवनीय दिसत नाहीं. कारण इतर सर्व देशाच्या लोकांत आपणांस मंत्र व औषधी यांचें नेहमीं साहचर्य आढळून येतें. तथापि एवढें मात्र खरें कीं, बाबिलोनी लिखाणांत औषधासंबंधीं कोठें अवाक्षरहि दृष्टीस पडत नाहीं. टाल्बॉटनें दिलेल्या माहितीवरून असें समजतें कीं, कधीं कधीं देवाच्या मूर्ती आजारी माणसाच्या खोलींत ठेवीत असत; किंवा पवित्र ग्रंथांतील वाक्यें भिंतीवर लावीत व आजारी माणसाच्या अंगास बांधीत. सर्वच उपाय हरल्यावर 'मामित' चा उपयोग करीत असत. अक्कडी भाषेंत असलेल्या एका पट्टकावर पुढें दिल्याप्रमाणें लिहिलेलें आढळतें. "एक पांढरें कापड घ्या. त्यांत मामित घालून तें आजारी माणसाच्या उजव्या हातांत ठेवा. दुसरें एक काळें कापड घ्या, व तें त्याच्या डाव्या हातास गुंडाळा. म्हणजे सर्व दुष्ट भुतें (ह्यांची एक लांबलचक यादी दिली आहे) व त्यानें केलेली सर्व पातकें त्यास सोडून जातील व पुन्हां कधींहि

परत येणार नाहींत." यांतील काळें कापड ही पातकाची खूण आहे हें सांगावयास नकोच. मरणोन्मुख झालेल्या माणसास त्याच्या हातून घडलेल्या दुष्कृत्यांबद्दल पश्चात्ताप होऊन तो उजव्या हातांत ठेवलेल्या शुभ्रवस्त्ररूपी पवित्रतेला शरण जात आहे असा याचा अर्थ होतो. यानंतर भुतांसंबंधीं कांहीं दुर्बोध वाक्यें आहेत तीं अशीं: "त्यांचीं मस्तकें त्याच्या मस्तकापासून दूर होतील. त्यांचे हात त्याच्या हातांस सोडून देतील. त्यांचे पाय त्याच्या पायांस सोडून जातील." निरनिराळ्या प्रकारचीं भुतें शरीराच्या निरनिराळ्या अवयवांस अपाय करूं शकतात अशी बाबिलोनी लोकांची समजूत असल्याचें इतर लेखांवरून दिसत असल्यामुळें वरील वाक्यांचा कदाचित् असा अर्थ होऊं शकेल कीं ज्या भुतांची हातावर सत्ता असते त्यांचे हात रोग्याच्या हातांस सोडतील वगैरे. तथापि ह्यासंबंधीं निश्चित असें कांहींच सांगतां येत नाहीं.

जुन्या लिखाणांत सात ही संख्या सात भुतें ह्या विशिष्ट अर्थी योजलेली आढळते. हीं सात भुतें एकाच वेळीं मनुष्याच्या शरीरांत प्रवेश करूं शकतात अशी समजूत होती.

टाल्बॉटनें ह्या सात भुतांच्या गाण्याचें भाषांतर केलें आहे तें असें [सॅम्युएल बर्च संपादित रेकॉर्ड्स ऑफ दि पास्ट, पु. ५ पृ. १६]:

"एकंदर सात आहेत। ते एकंदर सात आहेत।

"समुद्राच्या तळाशीं हे सात आहेत।

"आकाशांत उंच भागीं हे सात आहेत।

"सागराच्या प्रवाहांत एका राजमहालीं ते जन्मले।

"ते पुरुष नाहींत किंवा स्त्रियाहि ते नाहींत।

"त्यांनां बायका नाहींत। त्यांनां मुलेंहि होत नाहींत।

"त्यांनां कोणी शासक नाहीं व शासन काय तें ठाऊक नाहीं।"

"ते कोणाची प्रार्थना ऐकत नाहींत।

"सात आहेत। सात आहेत। ते निःसंशय सात आहेत।"

ह्या सात भुतांचा मंत्रांत वारंवार उल्लेख येतो. त्यांची बाधा दूर करण्याचा एक मंत्र आहे, त्याची सुरुवात अशी होते:

"१ देव त्याच्या बिछान्याशीं उभा राहील;

"२ तो त्या सात दुष्ट भुतांचा समूळ उच्छेद करील व त्यांनां शरीरांतून बाहेर घालवील;

"३ व हे सात आजारी माणसाकडे पुन्हां कधीं येणार नाहींत."

रोग बरे करण्याचे मंत्रहि अगदीं असेच आहेत. प्रत्येकाच्या शेवटीं तेंच तेंच पालुपद असून फरक कायतो जो रोग बरा करावयाचा असतो त्याच्या नांवामध्येंच आढळतो.

शकुनांची संख्या तर अगणित आहे. एखाद्या बाईस जर सिंहाच्या कानाचें मूल झालें तर देशांतला राजा बलाढ्य असतो. पक्ष्याची चोंच असलेलें जर कोणास मूल झालें, तर लोक जुलुमाखालीं चिरडले जातात. कोणाला जर जन्मतःच उजवा हात नसलेलें मूल झालें तर त्या देशाचा नाश होतो. एखाद्या मुलाला जर जन्मतःच पाय नसले तर घराचा व रस्त्यांचा नाश होतो. एखाद्या मुलाची दाढी जर जन्मतःच वाढलेली असली तर देशांत महापूर येतात. असे एक कां दोन, शेंकडों शकुन आहेत [रेकॉर्ड्स ऑफ दि पास्ट, पु. १, पृ. १३१]. यांपैकीं कांहीं शकुन तर असे आहेत कीं त्यांचा अनुभव कधीं येण्याची धास्तीच नको. ते शोधून काढणारें डोकें फारच सुपीक असलें पाहिजे यांत संशय नाहीं. एका शकुनांत तर असेंहि म्हटलें आहे कीं, जर एखाद्या शेळीला सिंह झाला, तर प्रचंड सैन्याची स्वारी होते. तथापि कांहीं शकुन मात्र असे आहेत कीं, ज्या बाबिलोनी माणसाचा त्यांवर विश्वास असेल तो नेहमीं संकटाच्या धाकधुकींतच असला पाहिजे. प्रो. साइस यांनीं कुत्र्यासंबंधीं शकुनांच्या एका लेखाचें भाषांतर केलें आहे. त्यांत अशा प्रकारच्या शकुनांची एक लांबलचक यादी आहे [रेकॉर्ड्स ऑफ दि पास्ट, पु.५ पृ. १६९]. उदाहरणार्थ, पिंवळा कुत्रा जर राजवाड्यांत शिरला तर राजवाड्यांतून बाहेर पडतांना संकट येईल. एखादा कुत्रा राजवाड्यांत शिरून सिंहासनावर बसला तर त्या राजवाड्याला आग लागेल. एखादा काळा कुत्रा देवळांत शिरला तर त्या देवळाचा पाया कच्चा असला पाहिजे. एखाद्या कुत्रीला जर एकच पिल्लूं झालें तर शहराचा नाश होतो. अशा प्रकारचीं किती तरी उदाहरणें देतां येतील, परंतु त्या सर्वांचा मथितार्थ एकच असल्यामुळें तीं येथें देण्याची आवश्यकता नाहीं.

शस्त्रक्रियाज्ञान.—वर दिलेल्या माहितीवरून बाबिलोनी वैद्यशास्त्र खुळ्या समजुतींनीं किती भरलें होतें याची कल्पना करतां येईल. तथापि एक गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे कीं, आपणांस ह्या विषयासंबंधांत पुरेशी माहिती उपलब्ध नसल्यामुळें आपण त्या काळच्या वैद्याची किंमत वाजवीपेक्षां बरीच कमी समजत आहों. उपलब्ध माहितीवरून ह्या विषयावर अधिक प्रकाश पडूं शकत नाहीं. तथापि वैद्याची जागा मोठ्या अधिकाराची व जबाबदारीची होती. ख्रि० पू० २३०० च्या सुमारास होऊन गेलेल्या खासुरबि नामक बाबिलोनच्या राजाचे जे कायदेकानू उपलब्ध झाले आहेत, त्यांत पुरेसा पुरावा मिळतो. ह्या कायदेकानूंतील प्रस्तुत विषयाशीं संबद्ध असलेलीं २१५ पासून २२७ पावेतों कलमें [हेन्रि स्मिथ विल्यम्स संपादित हिस्टोरिअन्स हिस्ट्री ऑफ दि वर्ल्ड, १९०४, पु. १ पृ. ५१०] पुढें दिलीं आहेत:

२१५ एखाद्या वैद्यानें जर कोणाच्या जखमेवर ब्रॉन्झ धातूच्या नस्तरानें शस्त्रक्रिया करून त्यास बरें केलें, किंवा ब्रॉन्झ धातूच्या नस्तरानें बेंड खोलून कोणाचा डोळा बरा केला, तर त्याला रुप्याचे १० शेकेल द्यावे.

२१६ जर तो (बरा केलेला इसम) स्वतंत्र झालेला माणूस असला तर त्याला रुप्याचे ५ शेकेल द्यावे.

२१७ जर तो कोणाचा गुलाम असला तर गुलामाच्या धन्यानें वैद्यास रुप्याचे २ शेकेल द्यावे.

२१८ जर एखाद्या वैद्यानें जन्मतःच स्वतंत्र असलेल्या माणसाच्या मोठ्या जखमेवर ब्रॉन्झच्या नस्तरानें शस्त्रप्रयोग केला व त्यांत तो माणूस मेला, किंवा ब्रॉन्झच्या नस्तरानें वेंड खोलीत असतांना त्याचा डोळा फोडला तर त्याचे (वैद्याचे) हात कापण्यांत येतील.

२१९ जर एखादा वैद्य स्वतंत्र झालेल्या माणसाच्या गुलामाच्या मोठ्या जखमेवर ब्रॉन्झच्या नस्तरानें शस्त्रप्रयोग करीत असतां तो गुलाम मेला तर वैद्यानें त्याच्या मालकास दुसरा गुलाम घेऊन दिला पाहिजे.

२२० जर तो ब्रॉन्झच्या नस्तरानें त्याचें वेंड फोडीत असतां त्याचा डोळा फुटला तर त्याला गुलामाची अर्धी किंमत द्यावी लागेल.

२२१ जर वैद्यानें एखाद्याचा तुटलेला हात, किंवा पाय दुरुस्त केला किंवा त्याचा रोग घालविला तर रोग्यानें वैद्यास रुप्याचे ५ शेकेल द्यावे.

२२२ जर तो (रोगमुक्त माणूस) स्वतंत्र झालेला मनुष्य असला तर त्यानें रुप्याचे ३ शेकेल द्यावे.

२२३ जर तो कोणाचा गुलाम असला तर गुलामाच्या मालकानें वैद्यास रुप्याचे २ शेकेल द्यावे.

२२४ जर एखाद्या पशुवैद्यानें बैलाची किंवा गाढवाची एखादी मोठी जखम बरी केली तर त्या बैलाच्या किंवा गाढवाच्या मालकानें वैद्यास एक षष्ठांश शेकेल द्यावा.

२२५ जर एखादा पशुवैद्य बैलाची किंवा गाढवाची एखादी मोठी जखम बरी करीत असतां तो बैल किंवा गाढव मरण पावला, तर त्या बैलाची किंवा गाढवाची चतुर्थांश किंमत वैद्यानें त्याच्या मालकास दिली पाहिजे.

२२६ जर एखाद्या शस्त्रक्रिया करणाऱ्या न्हाव्यानें मालकाच्या परवानगीशिवाय त्याच्या गुलामास पक्का डाग दिला तर त्या न्हाव्याचे हात कापण्यांत येतील.

२२७ जर एखाद्यानें शस्त्रक्रिया करणाऱ्या न्हाव्यास फसवून त्याच्याकडून एखाद्या गुलामास पक्का डाग देवविला तर त्या माणसास ठार मारून त्याच्याच घरांत पुरण्यांत येईल. न्हाव्यानें, मीं जाणून बुजून डाग दिला नाहीं अशी शपथ घेतली कीं तो दोषमुक्त होईल.

ह्या नियमांवरून बाबिलोनी लोकांत इतक्या प्राचीन काळीं देखील शस्त्रक्रिया प्रचलित होती असें व्यक्त होतें.

ग्रीक वैद्यक.

हिपॉक्राटेझच्या पूर्वीचें ग्रीक वैद्यक.—हिपॉक्राटेझच्या पूर्वीच्या काळांतील ग्रीक लोकांतलें वैद्यक म्हणजे धर्मभोळेपणा, भूतपिशाचविद्या व गूढविद्या यांचें एक विचित्र कडबोळें होतें. वैद्यकविद्येची म्हणून एक स्वतंत्र देवता होती, व तिचीं देवालयें ठिकठिकाणीं असत. या देवतेचें नांव एस्कुलापिअस. या देवतेच्या देवळांत रोगी लोक स्वतः जात असत किंवा त्यांनां इतर लोक तेथें नेऊन ठेवीत. तेथें हे रोगी रोगमुक्तता व्हावी म्हणून देवतेची मनोभावें करून आराधना करीत आणि नंतर स्वप्नामध्यें त्या देवतेचे दृष्टांत होतील त्याप्रमाणें आपआपला रोग बरा करण्यासाठीं उपाय योजीत असत. अशा रीतीनें रोग बरा झाला, म्हणजे रोगी तेथेंच देवालयांत एका पत्र्यावर आपल्याला रोग कसल्या प्रकारचा होता व तो कोणत्या उपायानें बरा झाला तें लिहून ठेवून व देवतेला कांहीं विशिष्ट वस्तू अर्पण करून परत घरीं जात असे. या अर्पण करावयाच्या वस्तू म्हणजे बहुधा रोगग्रस्त हस्तपादादि अवयवांच्या सोन्यारुप्याच्या प्रतिमा असत.

असल्या दैवी उपायांवर लोकांचा विश्वास होता हें खरें असलें, तरी त्या काळांतहि औषधें व मलमें प्रचारांत होतीं; व जखमांनां मलमपट्टी करण्याच्या कामांतहि ग्रीक वैद्यानें बरेंच कौशल्य संपादन केलें होतें. परंतु असल्या व्यावहारिक उपायांवरच सर्वस्वीं भिस्त न ठेवतां प्राचीन मिसरदेशीय वैद्याप्रमाणेंच ग्रीक वैद्यहि रोगग्रस्त झालेल्या अवयवास औषधोपचार करीत असतां त्याबरोबर देवादिकांच्या प्रार्थना किंवा जादूमंत्र वगैरे कांहीं तरी म्हणत असत.

ग्रीकांमधील पहिला पौराणिक शारीरशास्त्रज्ञ.—या प्राचीन ग्रीक लोकांनां शारीरशास्त्राचेंहि कांहीं ज्ञान होतें. जखमा व मोडलेलीं हाडें यांच्याशीं नेहमीं संबंध येत गेल्यामुळें शरीरांतील निरनिराळ्या भागांविषयीं व त्यांची रचना व कार्यें यांविषयीं सामान्य माहिती त्यांनां झालेली होती. तथापि ग्रीक लोकांतील अगदीं पहिला शारीरशास्त्रज्ञ ऑल्कमिऑन हा होता असें मानतात. त्यानें मनुष्येतर प्राण्यांवर बरेच शस्त्रप्रयोग करून एतद्विषयक माहिती मिळविली होती, आणि तेजोवह मज्जातंतूचा, युस्टेकिअन कॅनॉलचा (म्हणजे कानापासून निघून घशांत जाऊन उतरणाऱ्या एका लहान नळीचा) व इतर कित्येक तावत्काल अज्ञात असलेल्या शरीरांतील भागांचा शोध लावला होता असें म्हणतात. शिवाय त्यानें कांहीं कांहीं नैसर्गिक व्यापारांसंबंधींहि बऱ्याच चमत्कारिक उपपत्त्या प्रतिपादिल्या होत्या; उदाहरणार्थ, तो म्हणे कीं, " प्राणिमात्राच्या कानाच्या मागें एक पोकळ हाड असतें व त्यामुळें त्यास ऐकूं येतें; कारण, पोकळ पदार्थ हे नादजनक असतात. " तो बुद्धिप्रामाण्यवादी होता व मेंदू हें मनाचें इंद्रिय आहे असें त्याचें मत होतें. तथापि एवढें मात्र येथें स्पष्ट केलें पाहिजे कीं, वैद्यकाच्या क्षेत्रांतील त्याच्या कामगिरीची माहिती देणारीं उपलब्ध असलेलीं साधनें अविश्वसनीय आहेत.

डेमोसीडीझ.—ज्याच्याविषयीं आपणांला विश्वसनीय माहिती मिळूं शकते असा ग्रीक लोकांतला अगदीं पहिला वैद्य म्हणजे इसवी सनाच्या सहाव्या शतकांत होऊन गेलेला डेमोसीडीझ हा होय. हिरोडोटसच्या ग्रंथावरून आपणांस असें

कळून येतें कीं, हा मूळ क्रोटोनचा राहणारा असून तेथून तो पुढें इजायना येथें गेला. तेथें त्याचें चातुर्य पाहून त्याची नगरवैद्याच्या जागीं नेमणूक करण्यांत आली. पुढें त्याला जास्त पगार देऊं करून इजायना येथून अथेन्स शहरीं बोलावून नेण्यांत आलें. तेथें तो कांहीं वर्षांनीं ग्रीसमधील अनेक शहरांवर देखरेख करणारा असा वैद्यकी खात्यांतला मुख्य अधिकारी बनला. शेवटीं अनियंत्रित सत्ताधारी पोलिक्रोटीझ यानें सॅमॉस येथें त्याला बोलावून नेलें. हा पोलिक्रोटीझ ख्रि. पू. ५३६ पासून ५२२ पर्यंत सॅमॉस येथें राज्य करीत होता. पुढें इराणी लोकांनीं पोलिक्रोटीझला ठार करून डेमोसीडीझला कैद करून नेलें. अशा रीतीनें तो गुलाम होऊन पडला असतांहि त्याच्या वैद्यकीच्या ज्ञानासंबंधीं कीर्ति लवकरच इराणच्या राजाच्या कानीं जाऊन पोंचली, व खुद्द दरायस राजास औषधोपचार करण्याकरितां त्याला पाचारण करण्यांत आलें. दरायस याचा घोट्याचा भाग मुरगळून त्यास दुखापत झाली असून ती इजिप्शियन शस्त्रवैद्यांच्या हातून बरी होत नव्हती. डेमोसीडीझनें ती बरी केली इतकेंच नव्हे, तर इराणी राजानें नालायक इजिप्शियन वैद्यांनां ठार मारण्याचा हुकूम सोडला असतां त्यानें राजाला विनंति करून आपल्या प्रतिस्पर्ध्यांचे प्राणहि वांचविले.

इराणच्या राणीला बऱ्याच दिवसांपासून एक क्षत पडून इजा झालेली होती. ही व्याधीहि डेमोसीडीझनें आपल्या चातुर्यानें बरी केली.त्यामुळें राजा त्यावर इतका खुष झाला कीं, स्वातंत्र्यदानाशिवाय दुसरी वाटेल ती देणगी मागण्यास त्यानें डेमोसीडीझला सांगितलें. तथापि मोठाल्या किंमतीच्या कोंणत्याहि देणगीनें डेमोसीडीझचें समाधान होण्यासारखें नव्हतें. त्यानें हरप्रयत्नानें स्वतःची गुलामगिरींतून सुटका करून घेण्याचा निश्चय केला; व तदनुसार कांहीं इराणी गुप्त हेरांनां मी माझ्याबरोबर माझ्या देशांत नेतों, व स्वतःचें वजन खर्चून तेथील कित्येक पुढारी लोकांस आपल्या पक्षास वळवितों, असें त्यानें राजाजवळ कबूल केलें. डेमोसीडीझनें ही कामगिरी करण्याचें पतकरलें, तेव्हां दरायसनें त्यास बंधमुक्त केलें इतकेंच नाहीं, तर त्यास बरेंच द्रव्य बक्षीस देऊन त्याची चांगली संभावना केली. हें सर्व द्रव्य घेऊन डेमोसीडीझ कामगिरी पार पाडण्याचा बहाणा करून राजाच्या परवानगीनें ग्रीस देशांत जावयास निघाला. पण स्वदेशांतील क्रोटोन शहरास पोहोंचतांच त्यानें आपलें सोंग टाकून दिलें. पतकरलेली कामगिरी पार पाडण्याचा आपला विचार नाहीं असें त्यानें स्पष्ट जाहीर केलें व अशा रीतीनें देशद्रोहीपणाचें पातक घडूं न देतांच त्यानें आपलें स्वातंत्र्य प्राप्त करून घेतलें.

डेमोसीडीझच्या वेळची वैद्यकांतील प्रगति.— वर दिलेल्या डेमोसीडीझच्या हकीकतीवरून तत्कालीन वैद्यकीच्या धंद्याबद्दल फारशी कल्पना येत नाहीं, तरी एवढें मात्र दिसून येतें कीं, ख्रि. पू. पांचव्या सहाव्या शतकाइतक्या प्राचीन काळांत सुद्धां निरनिराळ्या शहरांतून रोग्यांनां औषधोपचार करण्याकरितां सरकारी पगारानें वैद्य नेमलेले असत. त्या काळांत सुद्धां वैद्यक शास्त्रांत निरनिराळे पंथ उत्पन्न झाले होते व कित्येक पंथांतले विद्वान् आपआपली शिष्यशाखा पढवून तयार करीत असत. तथापि विशिष्ट रोग बरे करणाऱ्या निष्णात तज्ज्ञांबरोबर ढोंगी व ज्ञानशून्य वैद्यवैदूहि समाजांत वावरत होते. सर्व प्रकारच्या व्याधी केवळ मलमादि बाह्योपचारांनीं बरे करणारे कित्येक वैद्य होते; कित्येक नुसत्या स्नानविधींनीं रोग बरे करणारे होते व इतर पुष्कळ निरनिराळ्या प्रकारच्या वनस्पतींच्या व औषधांच्या साहाय्यानें रोग बरे करणारे होते. केवळ मंत्रतंत्रांनीं रोग बरे करण्याचें ढोंग करणारे जादूटोणेवाले लोक नव्हते असें नाहीं; पण त्यांबरोबरच हाडें बसविणारे, नेत्ररोग बरे करणारे व दंतरोग दूर करणारे असे विशिष्ट कसब असलेले लोकहि असत हें विसरतां कामा नये.

कित्येक श्रीमंत वैद्यांची खाजगी रुग्णालयें असत. त्यांत ते रोग्यांवर शस्त्रक्रिया करून त्यांनां औषधोपचार करीत. तथापि तीं अलीकडील रुग्णालयाच्या स्वरूपाचीं नव्हतीं. तीं कांहीं अंशीं अर्वाचीन औषधालयासारखीं होतीं असें म्हणतां येईल. कारण, त्यांत रोग्यांनां औषधोपचारापुरतेंच ठेवीत असत. पण रोग बरा होईपर्यंत बरेच दिवस कायमचें ठेवण्याची सोय नसे. निरनिराळ्या वर्गांचे लोक गरिबांच्या सोयीकरितां देणग्या देऊन असलीं औषधालयें फुकट चालू ठेवीत असत.

बुद्धिप्रामाण्यवादी ग्रीक वैद्य—हिपॉक्राटेझ.— तथापि सर्वतोपरी बुद्धीला पटतील अशाच प्रकारचे औषधोपचार करण्याची पद्धति अद्याप सुरू झाली नव्हती. ती पुढें 'वैद्यकशास्त्राचा जनक' हिपॉक्राटेझ यानें प्रचारांत आणली. ज्या काळांत फिडिअस लिशिअस, हिरोडोटस, सॉफोक्लीझ आणि पेरिक्लीझ यांच्यासारखे थोर थोर पुरुष होऊन गेले, त्याच काळांत परंपरागत चालत आलेल्या औषधोपचारासंबंधाच्या धर्मभोळेपणाच्या समजुती झुगारून देऊन तर्कानुभवशुद्ध अशा वैद्यकशास्त्राचा पाया घालणारा विद्वान् जन्मास यावा हें उचितच आहे. रोग बरे करण्याकरितां दैवी उपाय योजण्याचें त्यानें साफ बंद केलें, या एकाच गोष्टीवरून त्याच्या असामान्य बुद्धिमत्तेची साक्ष पटण्यासारखी आहे. शिवाय त्यानें रोगांचें सविस्तर निरीक्षण करून यथातथ्य चिकित्सा करण्याची पद्धत पाडून तिचें महत्त्व प्रस्थापित केलें, हीहि त्याची मोठीच कामगिरी आहे.

हिपॉक्राटेझ हा कॉस येथें ख्रि. पू. ४६० मध्यें जन्मला पण त्याचें बहुतेक पुढील आयुष्य थेसलीमधील लारिसा शहरीं गेलें. त्याला त्याच्या बापानें वैद्यकीचें शिक्षण दिलें, व त्यानें पुढें फिरत्या वैद्याचा धंदा पतकरून बरींच वर्षे दूर-

दूरच्या प्रवासांत घालविलीं. येणेंप्रमाणें अनेक निरनिराळ्या देशांत व निरनिराळ्या प्रकारच्या लोकांत प्रवास केल्यामुळें जन्मतःच तीव्र असलेली त्याची अवलोकनशक्ति अधिकच तीव्र बनली. त्याला वैद्यकींतील तात्त्विक व व्यावहारिक या दोन्ही प्रकारचें उत्तम ज्ञान असून शिवाय थोडक्यांत व सुबोध लिहिण्याची कलाहि त्याच्या अंगीं होती. एके ठिकाणीं तो म्हणतोः " मनुष्याचें आयुष्य थोडें, संधि क्षणिक, गुणदोषविवेचन कठिण, व औषधोपचार सोपा असतो; पण नीट विचारपूर्वक केलेला औषधोपचारच विहित व हितपरिणामी आहे."

हिपॉक्राटेझचें शारीरज्ञान.—त्याचें शारीरशास्त्रासंबंधाचें ज्ञान अर्थातच फार मर्यादित होतें; व जें होतें तें बहुतेक त्यानें पूर्वी होऊन गेलेल्या वैद्यांच्या ग्रंथांवरूनच मिळविलेलें होतें. अशा ग्रंथकारांचा त्यानें यथायोग्य नामनिर्देश केलेला आहे. प्रत्यक्ष मनुष्यप्राण्यावर शस्त्रक्रिया करून पाहण्याची त्याला मनाई असल्यामुळें मनुष्येतर हलक्या प्राण्यांची चीरफाड करून त्याला आपले प्रयोग व संशोधनविषयक कार्य चालविणें भाग पडलें होतें. शरीरांतील एकंदर हाडें व त्यांची रचना याविषयींचें त्याचें अनुमान बरेंच बिनचूक होतें. परंतु ज्याला तो मृदुतर धातू म्हणून समजत असे, तें रक्तवाहिन्या, स्नायू व स्नायुपुच्छ या सर्वांचें एक विचित्र कडबोळेंच होतें. मज्जातंतू म्हणून त्यानें निराळा उल्लेख केलेला आहे. पण ज्याला तो मज्जातंतू म्हणतो ते वास्तविक संधिबंध व स्नायुपुच्छच आहेत. शरीराच्या पोकळींत कोणतीं मुख्यमुख्य इंद्रियें आहेत यासंबंधीं त्याची माहिती बऱ्या प्रकारची होती; उदाहरणार्थ, हृदयांत एकंदर चार पोकळ पोटभाग असतात हें त्यास ठाऊक होतें. त्यांपैकीं दोहोंमध्यें हवा असते असें तो मानीत असे.

भौतिक व आधिभौतिक गोष्टींची फारकत.—परंतु त्यानें घडवून आणलेली अत्यंत क्रांतिकारक अशी सुधारणा म्हणजे भौतिक व आधिभौतिक गोष्टींची फारकत ही होय. त्यानें ही गोष्ट लोकांच्या स्पष्टपणें निदर्शनास आणून दिली कीं, प्राणिमात्रास होणारे सर्व प्रकारचे रोग केवळ भौतिक कारणांनींच होत असतात, व ते भौतिक उपाय केल्यानें बरे होऊं शकतात. ही अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट एकदां मनुष्याला पटली, कीं त्यापासून फार महत्त्वाचे व व्यापक परिणाम घडून येतात. उपर्युक्त सिद्धान्त प्रस्थापित होतांच रोगांच्या कारणांची व उपायांची भौतिक दृष्ट्या चर्चा अनेक बुद्धिमान् व विद्वान् लोक अत्यंत सूक्ष्मपणानें करूं लागले. या संशोधनाच्या कार्यास मदत व्हावी म्हणून हिपॉक्राटेझनें प्रत्येक रोगाच्या विकारासंबंधाची सविस्तर माहिती लिहून ठेवण्याचा प्रघात पाडला; व ह्याच प्रघात आज सर्व जगभर रूढ होऊन बसला आहे. तथापि दुर्दैवाची गोष्ट ही कीं हिपॉक्राटेझनें घालून दिलेला प्रघात त्याच्या मरणोत्तर लवकरच बंद पडला; व तेव्हांपासून पुढें दोन हजार वर्षेपर्यंत, अगदीं अलीकडच्या काळापावेतों त्याचें पुन्हां पुनरुज्जीवन झालें नाहीं.

रोग भौतिक कारणांमुळें उत्पन्न होतात व भौतिक उपायांनीं ते बरे होतात, या हिपॉक्राटेझच्या सिद्धान्ताइतकीच त्याची दुसरी महत्त्वाची कामगिरी म्हणजे रोगनिदानासंबंधीं होय. रोगभविष्य या अर्थानें रोगनिदान हिपॉक्राटेझच्या पूर्वी लोकांत प्रचलित होतें. परंतु रोगनिदान याचा हिपॉक्राटेझचा व आधुनिक वैद्यकशास्त्रांतला अर्थ अगदीं निराळा आहे. रोगाच्या उत्पत्तिवाढीशीं संबद्ध असलेल्या गोष्टींचें काळजीपूर्वक निरीक्षण करून रोगाविषयीं भविष्य करणें यालाच आज आपण रोगनिदान समजतों, व हेंच हिपॉक्राटेझच्या मतेंहि रोगनिदान होतें. केवळ भोळ्याभाविक कल्पनांवरून भविष्य वर्तविणें हें रोगनिदान नव्हे.

ग्रीक चतुर्दोषात्मक चिकित्सापद्धति.—हिपॉक्राटेझचें वैद्यकशास्त्रासंबंधाचें ज्ञान भौतिक कार्यकारणमीमांसेवर उभारलेलें होतें; तरी परंपरागत रूढ समजुती व सिद्धान्त यांनांहि तो महत्त्व देत असेच. रोगांची चतुर्दोषात्मक चिकित्सापद्धति त्या वेळीं सर्वमान्य होती; व तिच्यावर लोकांचा इतका दृढविश्वास होता कीं, पुढील अनेक शतकांतसुद्धां वैद्यकशास्त्रावर तिचा पुष्कळ परिणाम झालेला दिसतो. ह्या सुप्रसिद्ध पद्धतींतलें मूळ तत्त्व असें होतें कीं, मनुष्याच्या शरीरांत रक्त, कफ, पीत पित्त व कृष्ण पित्त असे चार मूळ धातू असतात. ते सर्व सम प्रमाणांत असले म्हणजे मनुष्याची प्रकृति पूर्ण निरोगी राहते; परंतु त्यांच्या प्रमाणांत कांहीं कमीजास्तीपणा झाला कीं लगेच मनुष्याला कोणताना कोणता तरी रोग उत्पन्न होतो. म्हणून रोगावर औषध देतांना वैद्यानें ही गोष्ट नेहमीं लक्षांत ठेवावी, आणि जो दोष वाढला असेल तो दूर करून चारहि धातू मूळ प्रमाणांत आणावेत. प्राचीन वैद्यकशास्त्रासंबंधाच्या निरनिराळ्या पंथांत मतभेद होता तो या मूलधातुविषयक सिद्धान्ताविषयीं नसून चतुर्दोषात्मक रोगांवर औषधोपचार कोणते व कसे करावयाचे यावद्दलच सर्व वाद असे.

हिपॉक्राटेझचें शस्त्रक्रियाज्ञान.—हिपॉक्राटेझच्या शस्त्रक्रियापद्धतीवरून असें दिसतें कीं, शरीरांतील निरनिराळ्या अवयवांच्या रचनेसंबंधानें त्याला त्या अवयवांच्या व्यापारांपेक्षां अधिक चांगली माहिती होती. त्यानें शस्त्रक्रियांच्या पद्धतीसंबंधानें जी माहिती लिहून ठेविली आहे तिजवरून, कित्येक शस्त्रक्रिया आजहि त्याच्या पद्धतींत फारच थोडा फेरफार करून करण्यांत येतात असें स्पष्ट दिसून येतें. त्याच्या शस्त्रक्रियांपैकीं बऱ्याच पद्धती आधुनिक काळांपर्यंत अज्ञात स्थितींत पडलेल्या होत्या. विशेषतः सरीच्या हाडाचें बाहेरचें टोंक निखळलें असतां त्यावर करावयाचा उपचार अगदीं अलीकडे अठराव्या शतकापर्यंत पुन्हां प्रचारांत आला नव्हता.

आधुनिक काळांतील वैद्यांप्रमाणें हिपॉक्राटेझचे कांहीं रोगीहि त्याच्याशीं कृतघ्नपणाचें वर्तन ठेवीत होते असें दिसतें.

तो म्हणतोः "एखादा वैद्य तापाचा किंवा कांहीं जखम झालेला रोगी तपासतो व त्याला औषध सांगतो. नंतर दुसऱ्या दिवशीं जर दुखणें अधिक वाढलें तर लगेच तो वैद्याला दोष देऊं लागतो; पण उलट पक्षीं रोग बरा होत गेला तर तो निसर्गाचाच प्रभाव आहे असें तो मानतो—वैद्याला त्यासंबंधानें कांहीं एक श्रेय देत नाहीं." या हिपॉक्राटेझच्या लिहिण्यांतला भावार्थ पुढील काळांतहि अनेक गद्यपद्यात्मक लेखांत प्रत्येक देशांतल्या व काळांतल्या विद्वानांनीं व्यक्त केलेला आहे. पण या "वैद्यकशास्त्राच्या जनकानें" आपल्या व्यवसायबंधूंनां असें स्पष्ट बजावून सांगितलें आहे कीं, त्यांनीं रोग्यांच्या ह्या कृतघ्नपणाचा आपल्या कर्तव्यबुद्धीवर यत्किंचितहि अनिष्ट परिणाम होऊं देऊं नये.

रोमन वैद्यक

रोमन साम्राज्याच्या काळांतील वैद्यकाची स्थिति.—वैद्यकशास्त्राच्या क्षेत्रांत नवीन असें शास्त्रीय संशोधन रोमन लोकांच्या हातून फारसें झालेलें नव्हतें असें दिसतें. परंतु एवढें मात्र खरें कीं, या ज्ञानक्षेत्रांत नवे नवे शोध लावणाऱ्या मूळ ग्रीक विद्वानांनीं आपल्या शोधांचा प्रत्यक्ष व्यवहारांत जितका उपयोग करून घेतला होता, त्याच्यापेक्षां पुष्कळ अधिक उपयोग स्वभावतःच व्यवहारचतुर असलेल्या रोमन लोकांनीं ग्रीक लोकांच्या शोधांचा करून घेतला. रोम शहरांतले आरंभींआरंभींचे बहुतेक धंदेवाईक वैद्य मूळ ग्रीस देशांतले असून रोमन लोकांनीं ग्रीक लोकांचा पाडाव केल्यावर ते रोमन साम्राज्याच्या राजधानींत येऊन राहिले. हे सर्व ग्रीक विद्वान् रोम शहरांत केवळ गुलामाप्रमाणें लेखिले जात. कारण शारीरिक किंवा मानसिक श्रम करून पोट भरणारे जे कोणी असत, त्यांनां रोमन लोक आपल्यापेक्षां कमी योग्यतेचे मानीत असत. रोम शहरांत दासदासी बाळगणाऱ्या धनाढ्य लोकांचा भरणा मोठा होता; व हे श्रीमंत लोक उपर्युक्त वैद्यांस गुलाम म्हणून विकत घेऊन त्यांच्याकडून आपल्या घरांतील आजारी माणसाचें औषधपाणी व शुश्रूषा फुकट करून घेत असत.

ख्रिस्ती शकाच्या सुरवातीच्या सुमारास वैद्यकीचा धंदा निकृष्टावस्थेस पोहोंचला होता; आणि थोर पदवीचा वैद्यकशास्त्रज्ञ हिपॉक्राटेझ याच्या पद्धतीप्रमाणें समजूतदारपणानें किंवा कायदेशीर रीतीनें वैद्यकीचा धंदा चालविणाऱ्या लोकांऐवजीं दुसऱ्याच एका विशिष्ट प्रकारच्या वैद्यांचा वर्ग समाजांत दिसूं लागला होता. या वर्गांतील बहुतेक माणसें वैद्यकाच्या ज्ञानाचा गंध नसलेले असे ढोंगी वैदू लोक होते; कारण कित्येक रोग बरे करण्याकरितां ते आधिभौतिक उपायांची मदत घेण्याचा बहाणा करीत असत. अशा वैदूंचा वरिष्ठ वर्गाच्या रोमन लोकांस तिटकारा असे, व त्या काळच्या औपरोधिक लेख लिहिणारांनीं ह्या वैदूंवर बरेच कोरडे ओढलेले आहेत. रोमन काळांतील हे वैदू लोकहि आजकालच्या हिंदुस्थानांतील वैदूंप्रमाणेंच गांवोगांव प्रवास करीत हिंडत असत. या वैदू लोकांत नेत्रवैद्यांचा भरणा विशेष असे; व त्यांतील कांहीं शस्त्रप्रयोग करून डोळे बरे करीत, तर कांहीं औषधोपचार करून बरे करीत. शस्त्रवैद्य असत ते नेत्राच्या आंतल्या भागांत वाढणाऱ्या पापण्या डागीत, किंवा नेत्रासभोंवतीं वेंड वाढलें असल्यास त्यावर शस्त्रक्रिया करीत. औषधिवैद्य असत ते नेत्र बरे करण्यास वनौषधी व मलमें यांचाच केवळ उपयोग करीत असत.

डोळ्याला लावण्याच्या मलमांवर मलम तयार करणारा वैदू आपल्या नांवाचा शिक्का मारीत असे, व अशा तऱ्हेच्या शिक्क्यांचे दोनशें नमुने आज अस्तित्वांत आहेत. तथापि असल्या प्रकारच्या वैदूंखेरीज खरे विद्वान् व मान्यता पावलेले असे दुसरे नेत्रवैद्यहि होते, व ते डोळे येणें व खुपऱ्या वाढणें वगैरे विकारांवर चांगल्या प्रकारचे उपचार करीत असत. रीम्स येथें रोमन वैद्यांची शस्त्रक्रिया करण्याची कित्येक हत्यारें सांपडलीं असून त्यांवरोबरच तत्कालीन नेत्रवैद्य वापरीत असलेलीं कित्येक औषधेंहि मिळालीं आहेत. या औषधांचें रासायनिक पृथक्करण करून पाहतां त्यांत हल्लींच्या काळीं उपयोगांत असलेलीं कांहीं द्रव्यें आढळून आलीं आहेत.

वैद्यकास मान्यता प्राप्त होते.—अशा वैद्यकनिष्णात विद्वानांनां त्यांच्या गुणानुरूप मान देण्याचा उपक्रम जूलिअस सीझरनें प्रथम केला. त्यानें आपल्या वेळच्या वैद्यकीचा धंदा करणाऱ्या सर्व वैद्यांनां रोम शहरच्या नागरिकत्वाचा मान व हक्क दिले. ही गोष्ट ख्रि. पू. ५० च्या सुमारास झाली; व तेव्हांपासून रोमन लोकांची वैद्यकीचा धंदा करणाऱ्या पंडितांसंबंधाची वृत्ति हळूहळू सुधारत गेली. पुढें रोमन लोकांतील क्षात्रवृत्ति लयास जाऊं लागून ते जसजसे शारीरिक दृष्टया कमकुवत व व्याधिग्रस्त होत गेले, तसतशी त्यांनां वैद्यवर्गाची आवश्यकता अधिकाधिक भासूं लागली. रोमन बादशहांनीं दरबारी वैद्य, इतरेजनांचे वैद्य, नगरवैद्य व प्रांतिक वैद्य असे वैद्यांचे निरनिराळे वर्ग सरकारी पदव्या देऊन निर्माण केले. इ. स. १३३ या सालीं हेड्रिअन बादशहानें वैद्यवर्गाची समाजसेवा लक्षांत घेऊन त्यांनां कर व लष्करी नोकरी माफ केली.

नगरवैद्य व प्रांतिक वैद्य गरीब अनाथ लोकांनां औषधपाणी व शुश्रूषा फुकट करीत असत; व त्याकरितां त्यांनां सरकारी कायद्यानें पगार ठरलेले होते. हे पगार दर सहामाहीस एकदां असे दोन हप्त्यांनीं मिळत असत. वैद्यांचा दर्जाहि कायद्यानें उच्च ठरविलेला होता. त्यांनां गरीब विद्यार्थ्यांस वैद्यकीचें शिक्षण फुकट द्यावें लागत असे. श्रीमंत रोग्यांपासून मोबदला किंवा देणग्या घेण्याची त्यांनां परवानगी असे; पण रोगी भयमुक्त होण्यापूर्वी त्यांनां मोबदल्याचा किंवा देणगीचा स्वीकार करतां येत नसे. अशा वैद्यांनां विशेष कायदे करून सवलती दिलेल्या होत्या; व त्यांचा कोणी

अपमान केल्यास त्याला पंधरा हजार रुपयांपर्यंत दंड होत असे.

रक्तस्राव टाळण्यासाठीं कसण्यांचा उपयोग.—रोमन लोकांची व्यवहारचतुरता ऑलेस कॉर्नेलिअस सेल्सस (ख्रि. पू ५३ पासून इ. स. ७) यानें वर्णन केलेल्या रोमन वैद्यांच्या रक्तस्रावावर उपाय करण्याच्या रीतींत दिसून येते. हिपॉक्राटेझ व त्याचे अनुयायी रक्तस्राव बंद करण्याकरितां शीत उपचाराचा, दाबाचा, रक्तस्तंभकाचा, व कधीं कधीं प्रत्यक्ष डागाचा उपयोग करीत असत. परंतु फुटलेल्या रक्तवाहिनीचें तोंड बंद करण्याकरितां तिच्या भोंवतीं कसणी बांधणें हा अगदीं साधा उपाय त्यांच्या ध्यानांत आला नव्हता. सेल्ससनें दुखावलेल्या रक्तवाहिनीला कसणी बांधण्याचा उपाय तर सुचविलेला आहेच, पण शिवाय धमनी खोलण्यापूर्वी तिला दोन कसण्या कोठें व कशा बांधाव्या यावद्दलहि सविस्तर माहिती दिलेली आहे. या दोन कसण्या बांधण्याच्या मार्गाचा अवलंब अर्वाचीन शस्त्रवैद्य आजकाल नेहमीं करीत असतात. या दोन कसण्यांच्या मध्यभागीं शस्त्रानें धमनी तोडण्यांत येते; व त्यामुळें धमनीच्या टोंकांकडून होणार रक्तस्राव टळतो.

लष्करी दवाखाने.—रणक्षेत्रावर जखमी झालेल्या शिपायांनां शस्त्रक्रियेपासून होणारे फायदे रोमन लोकांच्या लक्षांत त्यांच्या भरभराटीच्या कालाच्या बहुतेक सुरुवातीपासूनच आलेले होते. त्यामुळें रोमन सैन्यांतील प्रत्येक शिपायाजवळ जखमा बांधावयाच्या पट्टया दिलेल्या असत, व अगदीं अलीकडील काळांतल्या सैनिकाप्रमाणेंच रोमन सैनिकांनांहि त्यांचा उपयोग कसा करावा याचें शिक्षण मिळत असे. रोमन लोक आपल्या सैन्याबरोबर लष्करी दवाखाने व जखमी शिपायांनां उचलून नेणारे इसम ठेवीत असत.

" सैन्यांतील दोनशें किंवा चारशें शिपायांच्या प्रत्येक तुकडीबरोबर, लढाई चालू असतां जखमी होऊन पडलेल्या शिपायांनां उचलून नेण्याकरितां, आठ किंवा दहा चांगले धट्टेकट्टे इसम ठेविलेले असत; या इसमांजवळ पाण्याच्या बाटल्या व जखम बांधावयाच्या पट्टया दिलेल्या असत, व संग्राम चालू असतां जखमी झालेल्या शिपायांनां दवाखान्यांत उचलून आणल्याबद्दल प्रत्येक शिपायामागें त्यांनां एक एक सोन्याचें नाणें बक्षीस मिळत असे " [ई. टी. विदिंग्टन, मेडिकल हिस्ट्रि फ्रॉम दि अर्लिएस्ट टाइम्स, लंडन, १८९४, पृ. ११६].

गेलेनपूर्वीचे इतर सुप्रसिद्ध वैद्य.—अलेक्झांड्रियन काळांतल्या आरंभींच्या व ज्यांच्या ग्रंथांविषयींची माहिती मागें दिली आहे त्या हिरॉफिलस व एरासिस्ट्रेटस [पृष्ठ २५६ पहा] नांवाच्या दोन शारीरशास्त्रज्ञ विद्वानांमागून त्या कालविभागांत, साधारण नांवलौकिक मिळविलेले असे दुसरे बरेच शारीरशास्त्रज्ञ होऊन गेले; पण त्यांच्यांत पूर्वी होऊन गेलेल्या विद्वानांइतक्या उच्च दर्जास चढलेला एकहि नव्हता. तरीहि त्यांतल्या त्यांत सेल्सस व मारीनस हे दोघे विशेष प्रसिद्धीस आले. ते नीरो व एफिससचा रूफस या राजांच्या कारकीर्दींत हयात होते. त्यांच्या मागून गेलेनसारखा महापंडित झाला नसता तर त्या सर्वांचीं नांवें पुढील पिढ्या निःसंशय कार्दीत राहिल्या असत्या.

पण गेलेनच्या विद्वत्तेची कीर्ति पुढें इतकी वाढली कीं, तिजमुळें त्याच्या पूर्वीच्या प्राचीन काळांतील इतर सर्व वैद्यकशास्त्रज्ञांनां ग्रहण लागलें. याला हिपॉक्राटेझ हा एकटाच काय तो अपवाद आहे. गेलेनचे वैद्यकशास्त्रांतलि सिद्धान्त आरिस्टॉटलच्या भौतिक शास्त्रविषयक सिद्धान्तांइतके सर्व मध्ययुगावर मानमान्यता पावले.

गेलेन-त्याचें शिक्षण.—क्लाडिअस गालीनस उर्फ गेलेन हा प्राचीन काळांतला सर्वश्रेष्ठ शारीरशास्त्रज्ञ परगामस येथें ग्रीक आईबापांच्या पोटीं जन्मास आला. त्याचा बाप नायकॉन हा सुतारकाम करीत असून तो चांगला कुशाग्र बुद्धीचा माणूस होता. पंधरा वर्षांचा होईपर्यंत नायकॉन हा गेलेनला घरींच शिक्षण देत होता. यानंतर मात्र नायकॉननें आपल्या मुलास तत्कालीन तत्त्वज्ञानविषयक निरनिराळ्या पद्धतींचें शिक्षण देण्याकरितां लायक शिक्षकांची योजना केली. परंतु त्यापुढें लवकरच नायकॉनला एक स्वप्न पडल्यामुळें भाविकपणानें त्या स्वप्नावर विश्वास ठेवून त्यानें गेलेनला वैद्यकशास्त्र शिकविण्याचें ठरविलें, व याकरितां कित्येक विद्वान् भिषग्वर्यांची नेमणूकहि केली.

गेलेननेंहि आपलें अध्ययन निरलसपणें अत्यंत परिश्रमपूर्वक केलें; व नंतर आशियामायनर व पॅलेस्टाईन या प्रांतांत बराच प्रवास करून त्यानें औषधिविज्ञानासंबंधीं पुष्कळ नवी माहिती मिळविली. शिवाय अलेक्झांड्रियामध्येंहि कांहीं दिवस राहून त्यानें शारीरशास्त्राचा अभ्यास केला. तथापि त्याचा त्याच्या काळीं प्रचलित असलेल्या बऱ्याच भोळेपणाच्या समजुतींवर विश्वास असल्याचें दिसतें. "जेट-स्टोन" नांवाच्या एका ज्वालाग्राही खनिज पदार्थानें अपस्मार (फेपरें), गर्भाशयोन्माद व वातरक्त (संधिवात) वगैरे रोग बरे होतात अशी समजूत त्या काळीं होती, तिच्यावर विश्वास ठेवून जेट-स्टोन शोधून काढण्याकरितां त्यानें पूर्ववयांत आशियांतील पश्चिमभागांत पुष्कळ प्रवास केला होता.

त्याचें शस्त्रक्रियानैपुण्य.—अठ्ठाविसाव्या वर्षाच्या सुमारास गेलेन आपलें वैद्यकीचें शिक्षण पुरें करून परगामस येथें आपल्या घरीं परत येऊन राहिला. तेवढ्या पूर्ववयांतहि त्याची शस्त्रवैद्य म्हणून बरीच प्रसिद्धि झाली होती. त्याच्या ग्रामबंधूंचीहि त्याच्या शस्त्रविद्येंतील कौशल्याबद्दल इतकी खात्री झाली होती कीं, त्याला लोकरंजनार्थ द्वंद्वयुद्धें खेळणाऱ्या खेळाडूंच्या जखमा बऱ्या करण्याच्या कामावर नेमण्यांत आलें. या कामांत गेलेनला त्याच्या शारीरशास्त्रांतील ज्ञानाचा फार उपयोग झाला.

पूर्वीच्या कोणाहि शस्त्रवैद्यानें बऱ्या केल्या नव्हत्या अशा जखमा तो बऱ्या करीत असे, असा त्याचा नांवलौकिक आहे.

गेलेनचे शरीरव्यवच्छेदनाचे प्रयोग.—गेलेनच्या काळांत मनुष्यप्राण्यावर शस्त्रप्रयोग करून पाहण्याची कायद्यानें मनाई असल्यामुळें शारीरशास्त्राची माहिती मिळविण्याकरितां केवळ मनुष्येतर प्राण्यांच्याच शरीरव्यवच्छेदनावर काम भागविणें त्याला प्राप्त झालें. तथापि, शारीरशास्त्रावर हिराफिलस व एरासिस्ट्रेटस यांचे ग्रंथ होते हा एक गेलेन यास मोठा फायदा होता; आणि मनुष्य प्राणी व मनुष्येतर प्राणी यांच्या शारीरिक रचनांची तुलना करून पाहण्याकरितां त्यांचा त्यानें उपयोग करून घेतला असला पाहिजे. शिवाय त्यानें चोरून मारून मनुष्याच्या शरीरावरहि शस्त्रप्रयोग करून पाहिले असतीलच; पण त्यांबद्दल आपल्याजवळ आज कांहीं पुरावा मात्र नाहीं.

त्याचें रुधिराभिसरणासंबंधीं ज्ञान.—मस्तकाच्या कवटींतील हाडांच्या गुंतागुंतीच्या रचनेची माहिती त्याला होती. त्यानें मणक्याच्या हाडांचें फार सूक्ष्म वर्णन केलें असून, त्यांचे निरनिराळे वर्ग पाडून अर्वाचीन शारीरशास्त्रज्ञाप्रमाणेंच त्यानें त्यांनां संज्ञा दिल्या आहेत. त्यानें बऱ्याच स्नायूंची माहिती लिहून ठेविली आहे. तथापि त्यांचें त्यानें जें वर्णन दिलें आहे, तें मात्र तितकें बरोबर नाहीं; हार्वेच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या यच्चयावत् शारीरशास्त्रज्ञांप्रमाणें गेलेनचीहि रुधिराभिसरणासंबंधानें चुकीची समजूत होती. सर्व शरीरांत रक्त खेळविणारें इंद्रिय हृदय होय ही गोष्ट त्याला माहीत होती. तसेंच सजीव प्राण्यांच्या धमन्यांत नुसती हवा असते अशी जी त्याच्या पूर्वीच्या अनेक शारीरशास्त्रज्ञांची समजूत होती, ती चुकीची असल्याचेंहि त्यानें दाखवून दिलें. हृदय हें आडव्या, उभ्या व तिरप्या अशा तंतूंच्या थरांचें बनलेलें असतें हें त्याला माहीत होतें; परंतु तें स्नायूंचें बनलेलें असतें ही गोष्ट मात्र त्यास मान्य नव्हती. कारण तो म्हणत असे कीं, स्नायूंनां विश्रांति लागत असते, आणि ज्या अर्थीं हृदय कधींच विश्रांति न घेतां सारखें चालू असतें, त्या अर्थीं तें स्नायूंचें बनलें असणें शक्य नाहीं.

मज्जा, मज्जातंतू व स्नायू यांच्या संबंधानें यथार्थ ज्ञान.—इंद्रियविज्ञानशास्त्रासंबंधाचे प्रयोग तो अगदीं सशास्त्र पद्धतीनें करीत असे. त्यानें सजीव प्राण्यांचे कांहीं मज्जातंतू तोडून पाहिले तेव्हां त्याला त्यांच्याशीं संबंध असलेले विशिष्ट स्नायूहि निरुपयोगी झाल्याचें आढळून आलें. यावरून त्यानें असा सिद्धान्त काढला कीं, ठराविक स्नायू ठराविक मज्जातंतूंच्या अंमलाखालीं असतात. तसेंच त्यानें हें सिद्ध केलें कीं, मज्जातंतूंनां स्वतःची म्हणून कांहीं शक्ति नसते, तर ते केवळ मेंदूपासून व पृष्ठमज्जारज्जू (ज्ञानरज्जू) पासून निरनिराळ्या अवयवांपर्यंत व निरनिराळ्या अवयवांपासून पुन्हां मेंदूपर्यंत व पृष्ठमज्जारज्जूपर्यंत संवेदना नेऊन पोहोंचविण्याचें काम करतात. या त्याच्या ज्ञानाचा उपयोग त्यानें त्या वेळच्या सुप्रसिद्ध सोफिस्ट तत्त्ववेत्ता पॉसेनिअस याला झालेला विकार बरा करण्याकडे करून विशेष प्रसिद्धि मिळविली. या तत्त्ववेत्याच्या डाव्या हाताचें चवथें व पांचवें बोट बधिर झालेलें होतें. ती बधिरता नाहींशी करण्याकरितां त्या वेळच्या अनेक वैद्यांनीं औषधोपचार करून पाहिले, पण व्यर्थ. या वैद्यांचे उपचार म्हणजे खुद्द हातालाच पोटिसें वगैरे बांधणें हे होते. हे सर्व उपाय निष्फळ ठरल्यामुळें, त्या बाबतींत अखेर गेलेनचा सल्ला घेण्यांत आला. तेव्हां त्याचें असें मत पडलें कीं, मूळ इजा हाताला नसून, अंतःप्रकोष्ठीय नामक (मनगट व कोपर यांच्या दरम्यान असलेला) मज्जातंतु दुखावला असावा, आणि चवथ्या व पांचव्या बोटांनां संवेदना त्याच्या मार्फत मिळत असल्यामुळें त्यांनां बधिरता आली असावी. तदनुसार त्यानें रोग्याजवळ चौकशी केली. तेव्हां त्याला असें समजून आलें कीं, पूर्वी तो तत्त्ववेत्ता एकदां रथाखालीं पडून त्याची पाठ दुखावली होती. ही माहिती मिळतांच गेलेननें उपर्युक्त मज्जातंतूच खास दुखावला आहे असें मनाशीं ठरवून, त्यांतच त्याच्या उगमाशींच उपचार करून त्यांत चेतना उत्पन्न करण्याचे प्रयत्न सुरू केले; व त्याबरोबर लवकरच बोटांची बधिरता नाहींशी होऊन रोगी चांगला बराहि झाला.

छातींतील अवयवांसंबंधीं माहिती.—छातीच्या आंतील भागांतल्या अवयवांच्या कार्याविषयीं जरी गेलेनला चांगलीशी माहिती नव्हती, तरी त्यांच्या रचनेसंबंधानें त्यास पूर्ण माहिती होती. फुप्फुसांच्या भोंवतालीं एक पातळ आवरणत्वचा असते, व त्याचप्रमाणें एका पातळ त्वचेचें आवरण हृदयाभोंवतींहि असतें, या गोष्टी त्याला माहीत होत्या. त्यानें उंदरापासून हत्तीपर्यंत सर्व प्रकारच्या प्राण्यांचा शरीरव्यवच्छेद करून लहान मोठ्या सर्व प्राण्यांच्या सदरहू अवयवांची तुलना करून पाहिली होती. अश्वादि कित्येक प्राण्यांच्या हृदयांत वर्तुलाकार एक हाड असतें, तसें मनुष्यादि इतर बहुतेक प्राण्यांच्या हृदयांत नसतें, ही गोष्ट त्यानें नमूद करून ठेविलेली आहे. यावरून त्याचें अवलोकन किती सूक्ष्म होतें हें स्पष्ट दिसून येतें.

उदरांतल्या अवयवांचें ज्ञान.—पोटांतल्या अवयवांसंबंधानें त्यानें केलेलें वर्णनहि सामान्यतः अगदीं बरोबर आहे. उदराला आंतल्या बाजूनें आंत्रवेष्टन नामक एका अन्तस्त्वचेचें अस्तर असून उदराच्या पोकळींत असलेल्या सर्व अवयवांभोंवतीं याच अन्तस्त्वचेचें आवरण असतें; त्याचप्रमाणें यकृताच्या (पित्ताशयाच्या) भोंवतालीं हें आवरण विशिष्ट तऱ्हेनें पडलेलें असतें, या गोष्टी गेलेननें नमूद करून ठेविल्या आहेत. हल्लींच्या काळीं सुद्धां विद्यार्थ्यांनां उदरांतल्या या आंत्रवेष्टनाच्या स्वरूपाची बिनचूक कल्पना येणें किती कठिण जातें ही

गोष्ट लक्षांत घेतली असतां गेलेनच्या एतद्विषयक सूक्ष्म अवलोकनाचें अधिकच कौतुक वाटूं लागतें.

गेलेनची व्यवहारचतुरता व रोमन बादशहाचा त्यास आश्रय.—रोमन लोक गेलेनला अत्यंत व्यवहारचतुर वैद्य म्हणून मान देत असत. रोमन बादशहा मार्कस ऑरीलिअस यानें त्याला रोम येथें बोलावून आपला मुलगा कॉमोडस याच्या खास तैनातींत दिलें होतें, व तो आपणहि स्वतः औषधोपचारांच्या बाबतींत प्रसंगविशेषीं त्याचा सल्ला घेत असे. एकदां बादशहाच्या तैनातींत असलेल्या तीन लष्करी वैद्यांनीं बादशहाला ताप येणार असें सांगितलें. या वेळची हकीकत गेलेननें स्वतः लिहून ठेविली आहे तींत तो म्हणतोः "त्या वेळीं खुद्द बादशहाचा हुकूम झाल्यावरून मी त्याची नाडी पाहिली, तेव्हां ती नेहमींप्रमाणेंच नीट चालू असलेली मला आढळून आली. तें पाहून आणि बादशहाचें वय व ती विशिष्ट वेळ लक्षांत घेऊन प्रकृतीच्या अस्वास्थ्याचें कारण ज्वर नसून अपचन हें आहे असें मीं सांगितलें. तें बादशहाला पूर्ण पटून तो एकदम तीनदां म्हणाला, 'हेंच बरोबर, हेंच त्याचें कारण.' नंतर याला उपाय काय करावा म्हणून बादशहानें विचारलें. तेव्हां सामान्य लोकांनां असल्या अपचनावर मी फक्त ग्लासभर मद्य मिरपूड टाकून देत असतों; पण आपण बादशहा, आपणास त्याहूनहि खात्रीलायक उपाय पाहिजे म्हणून आपण नार्ड नांवाच्या सुगंधि वनस्पतीच्या कढत केलेल्या उटींत लोंकरीच्या कापडाची पट्टी भिजवून तिचा उपयोग करावा, असें मीं त्यास सांगितलें. त्याबरोबर त्यानें लोंकरीच्या कापडाची पट्टी व मद्य वगैरे जरूर असलेले जिन्नस मागविले, व मीहि बादशहाची परवानगी घेऊन निघून गेलों. बादशहानें कढत हातांनीं पाय चोळावयास सांगून उष्णता उत्पन्न करवली व मिरपूडमिश्रित मद्यहि घेतलें. नंतर तो पिथोलॉस (राजपुत्राचा शिक्षक) यास म्हणाला, 'खरा लायक वैद्य असा माझ्या पदरीं एकच आहे, व तो अत्यंत प्रामाणिकहि आहे.' असें म्हणून बादशहानें त्याच्याजवळ 'गेलेन हा सर्व वैद्यांत श्रेष्ठ असून शिवाय तत्त्ववेत्ताहि आहे' अशी माझी फार स्तुति केली. कारण, माझ्याखेरीज इतर सर्व वैद्य पैशाचे मोठे लोभी असून शिवाय भांडखोर, महत्त्वाकांक्षी, मत्सरी व द्वेषी असल्याचें बादशहास आढळून आलें होतें."

गेलेनचा आत्मविश्वास.—या हकीकतीवरून असें दिसून येईल कीं, स्वतःच्या हुषारीबद्दल खुद्द गेलेनलाहि पूर्ण विश्वास होता. आणि मार्कस ऑरीलिअस बादशहानें काढलेले उपर्युक्त गेलेनबद्दलचे स्तुतिपर उद्गार पुढील हजार वर्षें लोकांनांहि योग्यच वाटत राहिले असल्यामुळें गेलेननें लिहून ठेवलेलें आत्मप्रौढीपर वर्णन क्षम्य आहे. रोगचिकित्सा व रोगनिदान या बाबतींतील आपल्या बिनचूक ज्ञानाबद्दल त्याला स्वतःला किती खात्री असे तें पुढील सवादावरूनहि दिसून येतें. एकदां त्याच्या धंद्यांतलाच एक मित्र त्याला म्हणाला, "रोगनिदानासंबंधानें हिपॉक्राटेझच्या ग्रंथांचा तुमच्याप्रमाणें मीहि उपयोग करीत असतों. मग तुमच्यासारखें रोगाचें बिनचूक निदान मला कां करतां येत नाहीं?" त्याला गेलेननें उत्तर दिलें, "देवाच्या दयेनें मीं केलेलें निदान आजपर्यंत कधींच चुकलेलें नाहीं" [जोहान हर्मन बास, हिस्ट्रि ऑफ मेडिसिन, न्यू यॉर्क, १८८९]. अर्थात् हे उद्गार गेलेननें वादविवादाच्या भरांत काढले होते, व ते शब्दशः खरे आहेत असें भासविण्याचा स्वतः गेलेनचाहि उद्देश नसावा.

त्याचें निसर्गाच्या व्याधिहारक शक्तीसंबंधीं मत.—रोग उत्पन्न होण्याचीं कारणें व निरनिराळ्या अवयवांचीं कार्ये यासंबंधाच्या त्याच्या सिद्धान्तांपेक्षां त्याची औषधियोजना करण्याची पद्धति बरीच अधिक सुधारलेली होती. त्या पद्धतींतल्या कांहीं गोष्टी औषधिविषयींतील आद्य तत्त्वें म्हणून प्रस्तुत काळचे विद्वानहि अंमलांत आणीत असतात. हिपॉक्राटेझप्रमाणें गेलेनहि योग्य आहार, व्यायाम व नैसर्गिक व्यापार या गोष्टींनां फार महत्त्व देत असे. तो म्हणतो, निसर्ग हाच रोग्यावर देखरेख ठेवणारा मुख्य अधिकारी असून रोग्याला पुन्हां आरोग्य प्राप्त करून देण्याचें काम तोच करीत असतो. सर्व बाजूंनीं निसर्गाचीच रोग्यांनां मदत होत असते. रोग काय आहे तें ठरवून तो बरा करण्याचें काम स्वतः निसर्गच करीत असतो. निसर्गाच्या आटोक्यांतला रोग असला तरच त्यांत वैद्याला यश येतें. निसर्गानें जेथें हात टेकले तेथें रोगी वांचणें शक्य नाहीं म्हणून खुशाल समजावें."

गेलेनच्या चुकीच्या समजुती, धमन्यांतून रक्त व हवा यांचें मिश्रण वाहतें असा समज.—शारीर आणि वैद्यक या दोन्हीं शास्त्रांतल्या गेलेनच्या ज्ञानासंबंधाचें हें वर्णन वाचून कोणालाहि गेलेन हा अलीकडील वैद्यांशीं तुलना करतांहि पुष्कळच उंच दर्जाचा वैद्य ठरतो असें वाटणें साहजिक आहे. परंतु गेलेनच्या चरित्राला दुसरी बाजूहि आहे. शारीरशास्त्राचें त्याला बरेंच चांगलें ज्ञान होतें यांत शंका नाहीं. पण अवयवांचीं कार्यें, रोगांचीं कारणें, आणि ते बरे करण्याचे उपाय या बाबतींत त्याचीं कित्येक मतें आधुनिक काळांतील साधारण बुद्धीच्या विद्यार्थ्याला सुद्धां मूर्खपणाचीं वाटतील अशीं होतीं. तथापि गेलेनची योग्यता त्याची प्राचीन काळांतल्या विद्वानांशीं तुलना करूनच ठरविली पाहिजे, आधुनिक काळांतील विद्वानांशीं त्याची तुलना करणें रास्त नाहीं. त्याच्या अनेक समजुती चुकीच्या होत्या. उदाहरणार्थ, नाडीचे ठोके व श्वासोच्छ्वास या दोहोंचेंहि कार्य एकच म्हणजे शरीरांतील धमन्यांत हवा ओढून घेणें हें आहे असें तो म्हणत असे. त्याच्या मतें श्वासोच्छ्वासाच्या योगानें फुप्फुसांत हवा सांठून तेथून ती हृदयांत येते, व त्या ठिकाणाहून मग धमन्यांच्या द्वारें ती सर्व शरीरभर पसरते. तसेंच, बाह्यत्वचेच्या

छिद्रांतूनहि हवा आंत शिरून धमन्यांमधून शरीरभर वांटली जाते असेंहि तो मानीत असे. पण धमन्यांत रक्त असतें ही गोष्ट त्याला अवगत असल्याचें आपण पाहिलें असल्यामुळें धमन्यांतून रक्त व हवा यांचें मिश्रण वहात असतें अशी त्याची समजूत असली पाहिजे.

हृदयांतील पडदा हवेस प्रवेशक्षम असतो.—हृदयाचे बहुतेक सारख्या आकाराचे असे दोन भाग असतात; व त्यांच्यामध्यें एक चिवट तंतूंचा अप्रवेश्य असा पडदा असतो, ही गोष्ट आधुनिक शारीरशास्त्रज्ञांनां माहीत आहे. पण गेलेननें अनेक हलक्या जातींच्या प्राण्यांचीं हृदयें तपासून पाहिलीं होतीं, तरी तो मधला पडदा प्रवेशक्षम असतो, आणि फुप्फुसांतील हवा हृदयाच्या एका भागांत शिरल्यावर ती त्या मधल्या पडद्यांतून दुसऱ्या भागांत शिरून तेथून धमन्यांत पसरते, असें प्रतिपादन करी.

मज्जातंतूंतून मज्जारस वाहतो.—मज्जातंतूंच्या कार्यासंबंधाचें त्याचें मत वरच्याप्रमाणेंच चुकीचें होतें. मज्जातंतू हे मेंदू आणि पाठीच्या कण्यांतला मज्जारज्जु यांचा निरनिराळ्या स्नायूंशीं व अवयवांशीं संबंध जोडतात, व त्यांचे दोन प्रकार असतात, हें त्याचें म्हणणें बरोबर आहे; पण मज्जारस नांवाचा एक पातळ पदार्थ प्रथम रक्तवाहिन्यांच्या द्वारें मेंदूच्या पोकळींत जातो, व नंतर तेथून मज्जातंतूंच्या द्वारें तो सर्व शरीरभर पोंचविण्यांत येतो असें जें तो प्रतिपादन करीत असे तें चूक आहे.

नाकावरील हाडाच्या पट्ट्यांच्या छिद्रांतून अशुद्ध रस बाहेर येतो.—मनुष्याच्या कवटींत नाकाच्या पोकळीच्या वरच्या भागास लागून हाडांच्या दोन पातळ पट्ट्या असून त्यांनां पुष्कळ लहान लहान छिद्रें असतात. या छिद्रांतून अनेक मज्जातंतू जाऊन ते मेंदूंतील पेशींच्या एका समूहापासून नाकपुडींतील नाजुक अंतस्त्वचांपर्यंत पसरलेले असतात. तात्पर्य, त्या हाडाच्या पट्ट्यांचीं छिद्रें सदरहू मज्जातंतूंनां जाण्याकरितां असतात. पण गेलेनचें या छिद्रांच्या कार्यासंबंधाचें मत अगदीं निराळें होतें. तें असें कीं, ‘ शरीरांतले अशुद्ध रस ’ मानेंतल्या धमन्यांच्या द्वारें मेंदूंतील पोकळ्यांत जातात व तेथून वरील छिद्रांच्या द्वारें छानली होऊन नाकांत उतरून शरीराच्या बाहेर टाकले जातात.

शरीरांत शीतलता उत्पन्न करण्याच्या कामीं बाह्यत्वचेचा फार उपयोग होतो हें गेलेननें ओळखलें होतें. पण, उलट एतद्विषयक त्याचे दुसरे कित्येक चुकीचे समज होते. उदाहरणार्थ, हृदयाच्या क्रियेमुळें शरीरांत फाजील उष्णता उत्पन्न होत असते, व म्हणून त्वचा आपल्या छिद्रांच्या द्वारें हवा शोषून घेऊन हृदयास शीतलता आणते;त्याकामीं मेंदूहि आपल्या उत्सृष्ट रसामुळें मदत करीत असतो; हृदय हें धैर्याचें, मेंदू हें बुद्धिगुणयुक्त आत्म्याचें आणि यकृत् हें प्रीतिविकाराचें स्थान आहे अशा प्रकारचीं त्याचीं मतें होतीं.

गेलेनच्या चुकीच्या मतांचा प्रसार.—गेलेनची खरी योग्यता व विद्वत्ता त्याच्या शरीरावयवांसंबंधाच्या शारीरज्ञानांत दिसून येते. पण त्या अवयवांच्या कार्यासंबंधानें त्याचें अज्ञान किंवा चुकीचीं मतें हें त्याच्या विद्वत्तेंतील मोठें व्यंग होतें. गेलेननंतरच्या एक हजार वर्षांत झालेल्या सर्व वैद्यांनीं गेलेनच्या यथातथ्य ज्ञानाचा उपयोग न करतां त्याचीं चुकीचीं मतें मात्र खरें ज्ञान म्हणून हृदयाशीं कवटाळून धरलीं. यामुळें गेलेननें वैद्यकांत केलेली प्रगति निरुपयोगी होऊन त्याचीं चुकीचीं मतें मात्र फैलावलीं गेलीं.

गेलेनपासून पॅरासेल्ससपर्यंत.—गेलेननंतर, वैद्यक शास्त्रांत प्रगति करण्याचें काम रोमनलोकांकडून निघून अरबांकडे आलें. अरबांच्या हातून झालेला संस्कृतिविकास मुख्यतः वैद्यकविषयकच होता. अरबांच्या उत्कर्षाच्या काळांत अबदुल लतीफ, होनैन बिन आयझॅक, ऱ्हेझीस, हालिआबास, अलबुकासिस, अावेन्झेाआर, इजायनाचा पॉल, व्हिल्लानोव्हाचा अरनॉल्ड, आबानोचा पीटर, चॉलिआकचा गाय वगैरे अनेक वैद्यकनिष्णात पंडित होऊन गेले. अरबांनीं वैद्यकाची सांप्रदायिक बंधनांपासून पूर्णपणें मुक्तता केल्यामुळें त्या शास्त्राच्या प्रगतींतील एक मोठा अडथळा दूर झाला, व मनुष्याच्या मृतदेहाचें व्यवच्छेदन पूर्वी जें अगदींच धर्मबाह्य मानण्यांत येत होतें ती समजूत हळू हळू पालटल्यामुळें मनुष्याच्या शरीररचनेसंबंधीं सूक्ष्म व यथार्थ ज्ञान प्राप्त करून घेण्यास मदत झाली. तथापि एकंदरींत गेलेननंतरच्या हजार वर्षांत कालावधीच्या मानानें फारच थोडी प्रगति झालेली आढळून येईल. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे खालचा जबडा एकच हाडाचा असतो, खरूज जन्तुजन्य आहे, कफक्षय संसर्गजन्य रोग आहे, मज्जातंतूचा मेंदूपासून व रक्तवाहिन्यांचा हृदयापासून उगम होतो इत्यादि शोध कांहीं वैद्यांनीं लावले; इजायनाचा पॉल व चॉलिआकचा गाय यांनीं शस्त्रक्रियेंत कांहीं सुधारणा केली; व शस्त्रक्रियेंत गुंगी आणणाऱ्या औषधांचा उपयोग करण्यांत येऊं लागला; एवढीच काय ती या स्तिमित व मध्य युगांतील प्रगति होती [पृष्ठ २७९ व पुढील पानें पहा]. ही प्रगति देखील अत्रुटित राहिलेली नाहीं. एका वैद्यानें लावलेल्या शोधाचा पुढच्या वैद्यानें फायदा न घेतल्यामुळें कांहीं महत्त्वाचे शोध लुप्तप्राय होऊन त्याच गोष्टी अर्वाचीन काळांत पुन्हां शोधून काढण्याचा प्रसंग आला.

अर्वाचीन वैद्यक.

पॅरासेल्सस (१४९३–१५४१).–इ. स. १५२६ मध्यें बाझेल विश्वविद्यालयाच्या व्यासपीठावर एक नाजुक, बायकी थाटाचा व ज्यानें आपली कीर्ति सर्व यूरोपभर विलक्षण तत्त्वें, रोगचिकित्सेच्या अगदीं क्रांतिकारक पद्धती व अनेक असाध्य रोगांवर त्यानें मिळविलेला जय यांमुळें दुमदुमून टाकली असा व्याख्याता चमकला. त्याच्या कालानंतर, त्याला पुष्कळांनीं आधुनिक रसायन शास्त्राचा जनक असें गणलें, तर पुष्कळांनीं त्याची वेड्यांत व ढोंग्यांत

गणना केली. अशा प्रकारचा हा वायकी पण स्त्रीद्वेष्टा शास्त्रज्ञ म्हणजे थिओफ्रॅस्टस होहेनहीम हा होय. हाच पॅरासेल्सस या नांवानें प्रसिद्ध आहे. त्याच्या कामगिरीचें महत्त्व लक्षांत येण्यास आपण त्याच्या आयुष्याकडे थोडी नजर फेंकणें जरूर आहे. तो स्विट्झर्लंडमध्यें मराया एन्सिडेल्न या ठिकाणीं जन्मला. तो तेथील एका गरीब वैद्याचा मुलगा होता, व आपल्या बापाच्या हाताखालीं लहानपणीं वैद्यकीचें शिक्षण घेऊन नंतर निरनिराळ्या विद्वान् धर्मगुरूंच्या पाशीं त्यानें अध्ययन केलें. सोळाव्या वर्षी तो बाझेल विश्वविद्यालयांत दाखल झाला, परंतु तत्कालीन केवळ तात्त्विक शिक्षणपद्धतीला कंटाळून त्यानें तें विश्वविद्यालय सोडून देऊन सृष्टीचें व मनुष्यस्वभावाचें प्रत्यक्ष निरीक्षण करून ज्ञान मिळविण्यासाठीं टॅयरोल येथील खाणीवाल्यांमध्यें रहाण्याचें पतकरलें. तेथें त्यानें खाणींतील कामाबद्दलची व खनिज पदार्थांच्या गुणधर्मांची माहिती करून घेतली. तसेंच त्यानें खाणींत काम करणारांनां नेहमीं कोणते रोग होतात तें पाहून, त्यांच्यावर उपचार करण्यास सुरवात केली. अशा रीतीनें व्याधिचिकित्सेंत अनुभवजन्य ज्ञान मिळवून नंतर त्यानें सर्व यूरोपभर प्रवास केला; व प्रवासामध्यें वनस्पतींच्या व धातूंच्या गुणधर्मांचें असेंच अनुभवमूलक ज्ञान मिळविलें. याप्रमाणें दहा वर्षे प्रवास करून आल्यावर त्याला बाझेल येथील विश्वविद्यालयांत व्याख्यानें देण्यासाठीं पाचारण करण्यांत आलें. या विद्यालयांत त्यानें जीं व्याख्यानें दिलीं तीं दोन दृष्टींनीं अत्यंत क्रांतिकारक अशीं झालीं. त्यानें हीं व्याख्यानें त्या वेळच्या पंडितमान्य लॅटिन भाषेंत न देतां जर्मन भाषेंत दिलीं; व दुसरें, त्यानें स्वानुभवान्तीं पटलेले सिद्धान्त कथन केले. पूर्वीच्या गेलेन, ॲव्हिसेन्ना यांसारख्या नामांकित शास्त्रज्ञांवर त्यानें चांगली खरमरीत टीका करून त्या वेळच्या वैद्यांनां त्यांचीं तत्त्वें सोडून देण्यास सांगितलें. अर्थातच त्याला जुन्या वैद्यांकडून विरोध झाला. आरंभीं आरंभीं रोग बरे करण्यामधील त्याच्या नैपुण्यामुळें तो दिवसानुदिवस लोकप्रियच होत गेला. परंतु पुढें त्याच्या कटु व असभ्य वर्तनानें तो स्वतःच्या रोग्यांस देखील इतका अप्रिय झाला कीं, त्याला आपल्या जीविताच्या बचावासाठीं बाझेल येथून पळ काढावा लागला. नंतर त्याचे दिवस कोलमर, न्यूरेम्बर्ग, झुरिक वगैरे पुष्कळ ठिकाणीं भटकण्यांत जाऊन शेवटीं साल्झबर्ग येथें त्याच्या आयुष्याची समाप्ति झाली.

त्याचीं तत्त्वें.—परंतु त्यानें केलेल्या उपदेशाचीं बीजें फार खोलवर गेलेलीं होतीं; व त्याच्या निधनानंतर तीं फैलावूं लागलीं. तो आपल्या 'मॅजिकम' या पुस्तकांत म्हणतोः "प्रथमतः माझ्या प्रतिपक्ष्याप्रमाणेंच मीं गेलेनचीं तत्त्वें अध्ययन केलीं. परंतु त्याप्रमाणें वागलें असतां रोग्यांनां गुण न येतां अपायच होतो असें वाटल्यामुळें ती वाईट विद्या सोडून देऊन दुसऱ्या दिशेनें अभ्यास करूं लागलों. तेव्हां मला प्रत्यक्ष परमेश्वरानें स्वहस्तानें लिहिलेल्या सृष्टिरूप पुस्तकावरूनच अभ्यास केला पाहिजे असें कळून आलें." परंतु या सृष्टीच्या अभ्यासानें पॅरासेल्ससला चांगले धडे न मिळतां कांहीं वाईटच धडे मिळाले. तो अतिशय उद्धट बनला. तो लिहितोः 'मला—आरकनाच्या राजाला—पॅरासेल्ससला—परमेश्वरानें विशेष बुद्धिमत्ता दिली आहे, व ती यासाठीं कीं या जगांतील प्रत्येक जातीच्या संशोधकानें माझे अनुयायी व्हावें. हे तत्त्वज्ञ, ज्योतिर्विद हो, या, माझ्या पाठीमागून या; मी तुम्हांला खरा मार्ग दाखवतों.'

पॅरासेल्ससनें आपल्या वैद्यकीच्या ज्ञानाची उभारणी, तत्त्वज्ञान, ज्योतिःशास्त्र, किमया व वैद्याचें चातुर्य या चार तत्त्वांवर केली. हें वर्गीकरण जरी प्रथमदर्शनीं चमत्कारिक दिसतें तरी त्यांत कांहीं तथ्य आहे यांत शंका नाहीं. तत्त्वज्ञान हें वैद्यकीचें द्वार आहे. ज्योतिःशास्त्र हें अतिशय महत्त्वाचें असण्याचें कारण ग्रहांमुळें व ताऱ्यांमुळें पुष्कळसे रोग उत्पन्न होतात अशी त्या वेळीं समजूत असे (उ० ऊन्ह लागून येणारा ताप इत्यादि). किमयेमुळें मनुष्याच्या कल्याणासाठीं वाईट पदार्थ चांगले करतां येतात; व स्वकौशल्य हें तर अत्यंत जरूरीचें आहे.

त्याच्या सर्व लेखांमध्यें औषधिज्ञानाच्या प्रगतीकडे विशेष लक्ष दिलेलें आढळून येतें. तरी पण त्याबद्दल लिहिण्याच्या भरांत त्यानें गेलेनचे औषधोपचार अथवा चिकित्साप्रकरण व शारीरज्ञान यांवर टीका करून, शरीरव्यवच्छेदनक्रियेचा त्याग करण्यास सांगून, कोणतीहि शस्त्रक्रिया चांगली नाहीं अशा प्रकारें निंदा केली आहे. लवण, गंधक व पारा या तीन गूढ अशा मूलतत्त्वांच्या यथायोग्य मिश्रणानें हा देह निरोगी रहात असून, त्यांचें प्रमाण कमी अधिक झाल्यामुळें रोग उत्पन्न होतात व त्यांचा परस्परांशीं पूर्ण वियोग झाला म्हणजे मनुष्य मरतो, असें त्याचें म्हणणें होतें. त्याच्या मतें सर्व अन्नांमध्यें थोडीं तरी विषें आहेत; व तीं विषें पौष्टिक द्रव्यापासून विभक्त करणें हें पचनक्रियेचें काम आहे. शरीरामध्यें एक मोठा किमयाशास्त्रज्ञ असून तो हें सर्व काम करतो, व तो तसें करण्यास चुकला कीं दांतांवर कीट उभें रहाणें, मूत्रपिंडांत दुष्ट द्रव्याचे थर सांचणें वगैरे विकार उत्पन्न होतात, असें तो मानीत असे. हा सर्व कल्पनासृष्टींतील संचार आहे. परंतु त्यांत कांहीं तरी सत्य कारण शोधून काढण्याचा त्याचा प्रयत्न उघड दिसतो.

या सृष्टीमध्यें प्रत्येक मानवी अवयवासारख्या आकाराच्या वस्तू असून त्या तत्सदृश मानवी अवयवांचे रोग बरे करतात, या तत्त्वावर त्याचा त्या काळच्या इतर शास्त्रज्ञांप्रमाणेंच विश्वास असे. पॅरासेल्ससच्या भाषेंत सांगावयाचें झाल्यास 'स्त्री ज्याप्रमाणें तिच्या विशिष्ट आकारावरून ओळखतां येते त्याचप्रमाणें औषधीचेंहि आहे.' त्या वेळचे वैद्य अशा प्रकारच्या अवयवसदृश वनस्पती शोधण्याचा यत्न

करीत असत. मनुष्य देहांतील अवयवांसारखे पशूंचे जे अवयव असतात त्यांच्या साहाय्यानें तत्सदृश मानवी अवयवांना झालेले रोग बरे करणें हें या पद्धतीचें साहजिक एक तत्त्व ठरतें. उदाहरणार्थ, मनुष्याच्या हृदयाचे विकार पशूंच्या हृदयांच्या साहाय्यानें बरे करणें हा या प्रकारचाच एक उपाय आहे. परंतु यासाठीं वाटेल त्या पशूंचे अवयव मात्र चालत नसत. या तत्त्वाच्या पाठीमागें लागून वनस्पतिवैद्यांनींहि निरनिराळ्या वनस्पती शोधण्यांत अनंत श्रम केले. रक्तविकार झाला असल्यास रक्तमूल (ब्लड-रूट) नांवाची वनस्पति उपयुक्त आहे असें ते मानीत. पॅरासेल्ससनें ही पद्धति ज्योतिष व किमया यांच्या मिश्रणानें इतकी गुंतागुंतीची करून ठेवली कीं ती त्याच्याशिवाय दुसऱ्या कोणाला कळणेंहि दुरापास्त आहे. तरी पण कांहीं कांहीं व्याधी तो अगदीं साध्या उपायांनीं बऱ्या करीत असे. उदाहरणार्थ, बंदुकीच्या गोळीमुळें झालेली जखम तो अतिशय साध्या उपायांनीं बरी करीत असे. विद्युत् शास्त्राची व लोहचुंबक शास्त्राची उपयुक्तता त्याला पटली होती; व लोहचुंबकाचा योग्य तऱ्हेनें उपयोग केल्यास पुष्कळ रोग बरे करतां येतील असें त्याचें मत होतें. उदाहरणार्थ, अपस्मार, दांतखिळी बसणें वगैरे रोगांत शरीराच्या चारी बाजूला चार लोहचुंबक अडकवून नंतर योग्य औषध दिल्यास हे रोग तावडतोब बरे होतात असें तो म्हणत असे. पॅरासेल्ससनें ज्या अर्थी शरीरव्यवच्छेदनविद्या त्याज्य मानली होती, त्या अर्थी तो शस्त्रक्रियाहि त्याज्य मानीत असे हें उघड आहे. गेलेन, इजायनाचा पॉल वगैरेंच्या ग्रंथाचा त्यानें अभ्यास केला असता तर फार उपयोग झाला असता. परंतु त्यानें वनस्पतींवरच फार भर दिला होता, व शस्त्रक्रिया करण्यांत वेळ घालविण्यापेक्षां सर्व रोगांवरील गुणकारी अशा वनस्पतींचा शोध लावणें जास्त उपयुक्त होईल असें तो सांगत असे. तरी पण त्यानें मुतखड्याच्या बाबतींत शस्त्रक्रियेला परवानगी दिली होती. पॅरासेल्ससचें महत्त्व एका विशिष्ट शोधांत नसून त्यानें पुराण समजुतींवर घाला घातला यांत आहे. कांहींच्या मतें त्यानेंच प्रथमतः पारा व अफू यांचा औषधांत उपयोग केला. त्यानें जी विचारपरंपरा सुरू केली तिचा शेवट रसायनशास्त्राच्या प्रगतींत झाला, व त्यानें १६ व्या शतकांत घालून दिलेल्या तत्त्वांवरहुकुम रसायनशास्त्राची वृद्धि झाली.

कांहीं प्रसिद्ध शरीरव्यवच्छेदक.—सोळाव्या शतकाच्या आरंभास ज्या काळीं पॅरासेल्सस आपल्या विद्वत्तेनें शरीरव्यवच्छेदनविद्येविरुद्ध भांडत होता व तिच्या विरुद्ध आपलें सामर्थ्य खर्च करीत होता त्याच काळीं वैद्यक विद्या अतिशय प्रसृत करण्यासाठीं ज्या गृहस्थानें आपल्या प्रयत्नानें जगाला आश्चर्यचकित करून टाकलें तो गृहस्थ म्हणजे चार्लस एटिएन (१५०३–१५६४) हा होय. एटिएन यानें लावलेला अत्यंत महत्त्वाचा शोध म्हणजे पाठीमधील कण्यामध्यें तितक्याच लांबीचा एक नळ असतो हा होय. परंतु याच वेळेस एक फ्लेमिंग तरुण शास्त्रज्ञ उदयास येऊन त्यानें एटिएन याला कांहीं काळ पाठीमागें टाकलें. यांचें नांव अँड्र्यू व्हेसालिअस (१५१४–१५६४) हें होय. तो जन्मास आला त्या वेळेस वैद्यक विद्या गेलेनच्या तत्त्वांविरुद्ध, पॅरासेल्ससच्या सिद्धान्तांविरुद्ध, विशेषतः तत्कालीन रूढ समजुतींविरुद्ध झगडत होती. फ्रान्समध्यें मनुष्याच्या शरीरावर शस्त्रक्रिया करण्याचें इतकें धोक्याचें होऊन बसलें होतें कीं, व्हेसालिअसला प्रयोग करण्यासाठीं इटालीला जाणें भाग पडलें. तेथें त्यानें आपल्या शोधांचें एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें. मनुष्यशरीरव्यवच्छेदन शास्त्रांतील पहिलें व्यापक व पद्धतशीर असें पुस्तक हेंच मानण्यांत येतें. हें पुस्तक त्यानें आपल्या वयाच्या २८–२९ व्या वर्षी प्रसिद्ध केलें. तदनंतर त्याला पांचव्या चार्लस बादशहानें आपल्या दरबारीं राजवैद्य म्हणून नेमलें. व त्याच हुद्द्यावर दुसऱ्या फिलिपच्या कारकीर्दीतहि तो होता. तेथें असतांना त्यानें एका बड्या गृहस्थाच्या नातलगाकडून त्याच्या प्रेताची परीक्षा करण्याची परवानगी मिळविली. परंतु असें सांगतात कीं, तो शस्त्रक्रिया करीत असतां त्या माणसाचें हृदय उडूं लागलें. तेव्हां त्याला कोर्टांत खेंचण्यांत आलें, पण राजाच्या मध्यस्थीमुळें तो सुटला. तथापि त्याला त्या पापाकरितां यरुशलेमच्या यात्रेस जावें लागलें; व तेथून परत येत असतां तो झँटि बेटांत क्षुधेच्या व थंडीवाऱ्याच्या पीडेनें मरण पावला.

युस्टेकिअस (मृ. १५७४).—उपर्युक्त प्रसिद्ध शास्त्रज्ञाच्या काळांतच युस्टेकिअस हा तितक्याच महत्त्वाचा व प्रसिद्ध असा दुसरा शास्त्रज्ञ होऊन गेला. त्याचा ग्रंथ व्हेसालिअसचा ग्रंथ प्रसिद्ध झाल्यानंतर ९ वर्षांनींच प्रसिद्धीसाठीं लिहून तयार झाला होता; व या ग्रंथावरून युस्टेकिअस हा व्हेसालिअसपेक्षां श्रेष्ठ नसला, तरी तितक्याच योग्यतेचा होता असें सिद्ध झालें. तथापि दुर्दैवानें हा ग्रंथ पुढें १७१४ पर्यंत अप्रसिद्ध स्थितींतच पडून राहिला. या ग्रंथासंबंधीं असें म्हणतात कीं, तो लिहिला गेला त्याच वेळेस जर तो प्रसिद्ध झाला असता तर मानवशरीरव्यवच्छेदन शास्त्राची प्रगति दोन शतकांनीं पुढें गेली असती. युस्टेकिअसनेंच प्रथमतः कानाच्या अन्तर्भागाची रचना सांगितली; व कानापासून कंठापर्यंत जाणारी नळी शोधून काढली. ही नळी त्याच्याच नांवानें प्रसिद्ध आहे. त्यानें दांतासंबंधींहि बरेच शोध लावले होते. त्याला शरीराच्या एखाद्या भागाची परीक्षा नुसत्या डोळ्यांनीं करतां न आल्यास तो सूक्ष्मदर्शक भिंगाचा उपयोग करी. जेथें त्यास एखादी रचना विशेष गुंतागुंतीची दिसेल तेथें तो आर्द्रीकरण वगैरे उपाय योजीत असे. जरी त्याच्या ग्रंथांचा उपयोग एक शतकानंतर झाला, तरी त्याच्या शिकवणुकीचा परिणाम त्याच वेळेस झाल्याविना राहिला नाहीं. त्याचे शिष्य फॅलोपिअस व कोलंबस हे त्याच्या इतकेच प्रसिद्ध आहेत. कोलंबसानें (१४९०–१५५९) व्हेसालिअसनें हाडांच्या वर्णनांत केलेल्या चुक्या शोधून काढल्या.

व हृदयाचा आकार व पोकळी यांबद्दल सूक्ष्म माहिती दिली. फॅलोपिअसनें (१५२३-१५६२) कानासंबंधीं व उदरांतील अवयवांसंबंधीं सूक्ष्म अभ्यास करून बरेच शोध लावले.

शिरांतलि पडद्यांचा शोध व त्यांच्या कार्यासंबंधीं स्पष्टीकरण.—त्या वेळेस प्रचलित असलेला अत्यंत महत्त्वाचा वाद म्हणजे शिरांनां पडदे असतात किंवा नाहीं यावद्दलचा होय. एटिएन यानें यावद्दलचें विवेचन केलें होतें, व व्हेसालिअसनें देखील त्यालाच दुजोरा दिला होता. शिरांनां पडदे असतात ही गोष्ट आतां जरी प्रत्येकास परिचित आहे, तरी त्यामुळें त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांमधील वादाचें आश्चर्य वाटावयास नको. फॅलोपिअसनें व्हेसालिअसला असें लिहून कळविलें कीं, मला कांहीं शिरांनां पडदे आहेत असें दिसत नाहीं. युस्टेकिअस व फाब्रिशिअस (१५३७-१६१९) यांनां पडदे असतात असें आढळून आलें, व त्यांनीं त्यांचें सूक्ष्म वर्णन लिहून ठेविलें. या पडद्यांचें कार्य मात्र त्यांनीं भलतेंच सांगितलें होतें. हृदयापासून निघणारा रक्ताचा प्रवाह फार जलदीनें शरीरांत पसरूं नये म्हणून त्यास अडवून धरण्याचें काम हे पडदे करतात असें त्यांनीं म्हटलें आहे. पण हार्वेच्या शोधानंतर असें आढळून आलें आहे कीं, हृदयांतून बाहेर पडणारें रक्त परत येऊं न देण्याचें कार्य ज्याप्रमाणें हृदयाचे पडदे करतात त्याप्रमाणेंच अशुद्धरक्तवाहिन्यांतून हृदयाकडे येणारें रक्त परत फिरूं न देण्याचें कार्य हे पडदे करतात.

मायकेल सर्व्हीटस (१५११-१५५३).—हे पडदे शोधून सिद्ध करण्याचें काम प्रथम मायकेल सर्व्हीटस यानें केलें. परंतु कित्येकांच्या मतें हें जरी शंकास्पद ठरलें तरी फुप्फुसांतील रुधिराभिसरणाचें व तेथें चालणाऱ्या श्वासोच्छ्वासक्रियेचें त्याला स्पष्ट ज्ञान होतें हें मात्र निश्चित आहे. यासंबंधीं सर्व वर्णन लिहून १५४५ मध्यें त्यानें कॅल्व्हिनकडे पाठविलें. परंतु त्याला गोत्यांत आणण्याची संधि आली असें पाहून कॅल्व्हिननें तें पुस्तक ७ वर्षें दडवून ठेविलें. त्याच्या मतें यांत नास्तिक तत्त्वें प्रतिपादिलीं होतीं.

सर्व्हीटसचा उद्वेगजनक अंत.—सर्व्हीटसचा उत्तम स्वभाव व जवळजवळ हार्वेच्या शोधापर्यंत त्यानें केलेली प्रगति यामुळें त्याचें नांव वैद्यकाच्या इतिहासांत चिरस्मरणीय झालें आहे. शिरा (अशुद्ध रक्तवाहिन्या), धमन्या (शुद्ध रक्तवाहिन्या) व मज्जातंतू यांत निरनिराळे रस असतात हें मत त्यानें अग्राह्य ठरवून शिरांत व धमन्यांत एकच प्रवाही पदार्थ असतो ही महत्त्वाची गोष्ट त्यानें प्रतिपादन केली. श्वासोच्छ्वासामुळें फुप्फुसांत रक्त शुद्ध होतें असें त्यानें दाखविलें. आणि फुप्फुसांत धमनी व शीर यांपासून बनलेली एक नवीन रक्तवाहिनी असते असें जाहीर केलें. सर्व्हीटसच्या या वर्णनांत भर घालण्यास आज देखील याहून कांहीं अधिक माहिती उपलब्ध झाली नाहीं. सर्व्हीटसचा लेख दडवून ठेवण्यांत व शेवटीं त्याचा त्याच्या लेखकाचा नाश करण्याच्या कामीं उपयोग करण्यांत कॅल्व्हिनची, ज्यांच्या हुकुमानें व्हेसालिअस हा शास्त्रप्रगतीच्या कार्यास बळी पडला व एटिएनला कारागृहवासांत खितपत पडावें लागलें त्या धर्मविचारणसभेंतील सर्व्हीटसच्या कट्ट्या शत्रूंइतकीच मत्सरबुद्धि प्रकट होते.

रुधिराभिसरणसंबंधीं महत्त्वाचा शोध लागण्याची आतां वेळ आलेली होती. शरीरामध्यें रुधिरप्रवाह दोन असून एक काळजाकडे जातो व दुसरा काळजापासून निघतो ही गोष्ट अद्याप कोणाच्या लक्षांत आली नव्हती. शिरांतील (अशुद्ध रक्तवाहिन्यांतील) रक्ताचा प्रवाह काळजापासून वहात नाहीं ही गोष्ट शिरांतील पडद्यांवरून स्पष्ट दिसते; व एखाद्या अवयवास कसणी बांधली असतां पुढचा भाग रक्त सांठून फुगतो व मागच्या भागांतून रक्त नाहींसें होतें, ही गोष्ट शस्त्रक्रियाभिज्ञांनीं हजारों वेळां पाहिली असेल. परंतु सोळाव्या शतकांतील शास्त्रज्ञ एकोणिसाव्या अगर विसाव्या शतकांतील शास्त्रज्ञांप्रमाणें रूढ समजुती झुगारून देऊन केवळ स्वतःच्या निरीक्षणावरच अवलंबून राहणारे नव्हते. यामुळें उपर्युक्त निरीक्षणावरून निघणारें साधें अनुमान काढण्यास देखील हार्वेसारख्या पंडिताची गरज लागली.

हार्वे (१५७८-१६५७).—विल्यम हार्वे याचा जन्म इंग्लंडांत फोकस्टन येथें झाला. याचें आरंभींचें शिक्षण कँटरबरी येथें झालें असून, नंतर त्यास शिष्यवृत्ति मिळून तो केंब्रिज येथील कायस विश्वविद्यालयांत गेला. वयाच्या एकोणिसाव्या वर्षीं बी. ए. ची पदवी मिळाल्यावर, त्यानें वैद्यकीचा अभ्यास करण्याचें ठरवून तो पादोवा येथें फाब्रिशिअस व कॅसेरिअस यांजपाशीं अध्ययन करावयास गेला, व चोविसाव्या वर्षी अध्ययन संपवून इंग्लंडांत परत आला. लवकरच (१६०९) त्याची सेंट बार्थोलोमोच्या रुग्णालयांत खुद्द पहिल्या जेम्सकडून शिफारस केली जाऊन वैद्य म्हणून नेमणूक झाली. इतक्या पूर्ववयांत देखील त्यानें लोकप्रियता संपादन केली होती, व फ्रान्सिस बेकनसारखे इसम औषधासाठीं त्याच्याकडे येत असत. १६१८ त त्याची राजवैद्याच्या जागीं नेमणूक झाली. १६४२ त तो एजहिलच्या लढाईत पहिल्या चार्लसबरोबर होता. असें सांगतात कीं, या लढाईत तो शत्रूपासून बचाव करण्याकरितां एका कुंपणाच्या आश्रयास राजपुत्रासह बसला असतां आपण लढाईत आहोंत या गोष्टीचें भान न राहून तो खिशांतून पुस्तक काढून अभ्यास करण्यांत गर्क झाला. पहिल्या चार्लसचा वध झाल्यावर हार्वे हा आपल्या बंधूसह अज्ञातवासांत जाऊन राहिला. या वेळीं त्याचें वय बरेंच झालें होतें, तरी त्याच्या अभ्यासांत व संशोधनांत तिळमात्रहि खळ पडला नव्हता. या काळांत त्याचा भर विशेषतः पिंडवृद्धिशास्त्रावर होता. हा सुप्रसिद्ध वैद्य १६५७ सालीं जूनच्या तिसऱ्या तारखेस, पक्षघात होऊन वयाच्या ऐशींव्या

वर्षी मरण पावला. त्याच्या रुधिराभिसरणाच्या उपपत्तीस त्याच्या डोळ्यांदेखतच सर्व विद्वज्जनसमाजांत मान्यता मिळाली होती.

हार्वेचे रुधिराभिसरणसंबंधीं शोध.—हार्वेचें निरीक्षण चौकस असल्यामुळें लवकरच त्याच्या मनांत रुधिराभिसरणविषयक प्रचलित मतांविषयीं शंका उत्पन्न झाली. गेलेन म्हणत असे कीं धमन्या एखाद्या भात्याप्रमाणें अगोदर प्रसरण पावून मग भरल्या जातात. परंतु तुटलेल्या रक्तवाहिन्यांतून रक्त ज्या रीतीनें बाहेर येतें, त्यावरून ही गोष्ट खोटी ठरते असें हार्वेचें मत झालें. कारण तो म्हणे कीं, या रक्तवाहिन्यांतून रक्त एकदां कमी व एकदां जास्त जोरानें बाहेर पडतें, व ज्या वेळीं रक्त जास्त जोरानें येतें त्या वेळीं रक्तवाहिनीचें प्रसरण झालेलें असतें, संकोचन झालेलें नसतें. त्याचप्रमाणें त्या वेळचे लोक समजत होते त्याप्रमाणें धमन्यांचें व हृदयाचें संकोचन एकाच वेळीं होत नसतें हीहि गोष्ट त्यानें सर्वांच्या निदर्शनास आणली. तो याचें कारण असें देतो कीं, रक्त नेहमीं हृदयाच्या विरुद्ध दिशेनें जोरानें ढकललें जात असतें; परंतु हृदयाचें व धमन्यांचें संकोचन एकसमयावच्छेदेंकरून होत असतें तर तें तसें कोणत्याहि दिशेनें जोरानें पुढें ढकललें गेलें नसतें.

हृदयाच्या कोठयांमधील पडदा अप्रवेश्य आहे.—हार्वेच्या चौकस निरीक्षणामुळें त्यास हृदयाच्या कोठयांमधील पडदा प्रवेशक्षम असतो या गेलेनच्या मताविषयींहि शंका उत्पन्न झाली. उपलब्ध साधनांच्या साहाय्यानें अत्यंत बारकाईनें निरीक्षण करूनहि ज्यांतील छिद्रें दृष्टिगोचर होत नाहींत, त्यांतून रक्तासारखा प्रवाही पदार्थ जाऊं शकेल हें त्यास संभवनीय वाटेना. या पडद्यांतून एका कोठयांतील रक्त दुसऱ्या कोठयांत जात नसलें पाहिजे, या गोष्टीस तो असा पुरावा देत असे कीं, हृदयाच्या दोन्ही कोठयांचें संकोचन एकाच वेळीं होत असल्यामुळें त्यायोगें एका कोठयांतील रक्त दुसऱ्या कोठयांत जाण्यास मदत होण्याच्या ऐवजीं अडथळाच होईल. हा पडदा अप्रवेश्य असतो ही गोष्ट, गर्भस्थित बालकाच्या हृदयांतील कोठे त्यांमधील पडद्यास असलेल्या एका लहान छिद्रानें जोडलेले असतात, यावरून तर निर्विवादच सिद्ध होते असें तो म्हणत असे. कारण, मनुष्याच्या हृदयांतील एका कोठयामधील रक्त दुसऱ्या कोठ्यांत जावें, असें जर निसर्गास करावयाचें असतें, तर गर्भावस्थेंत दोन कोठ्यांमधील पडद्यांत असलेलें लहानसें छिद्र, बालक जसजसें मोठें होतें तसतसें अधिकाधिक मोठें झालें असतें. परंतु वस्तुस्थिति तर याच्या उलट असलेली दृष्टीस पडते. तेव्हां गर्भावस्थेंत एकमेकांस जोडलेले कोठे छिद्र बंद होऊन मोठेपणीं अलग अलग होत असले पाहिजेत हें उघड आहे.

हृदयाचे व नाडीचे ठोके एकदम कां पडत नाहींत.—हृदयाच्या कोठयांमधील पडदा अप्रवेश्य आहे हें सिद्ध केल्यावर त्यानें हृत्क्रियेसंबंधीं बारकाईनें अभ्यास करण्यास आरंभ केला. त्याला लवकरच असें आढळून आलें कीं, हृदय प्रसरण पावतें त्या वेळीं तें छातीच्या भिंतीवर आदळतें अशी जी प्रचलित समजूत आहे ती चुकीची असून, उलटपक्षीं तें जव्हां संकोचन पावतें त्याच वेळीं त्याचा छातीस स्पर्श होत असतो. याशिवाय त्यानें जिवंत प्राण्याचें शरीरव्यवच्छेदन करून असें दाखविलें कीं, हृदयाचें व धमन्यांचें संकोचन एकाच वेळीं होत नाहीं. त्याच्या प्रयोगांवरून त्याला असें आढळून आलें कीं, रक्तवाहिन्या ह्या केवळ अत्यंत सूक्ष्म अशा लवचीक नळ्या असून त्यांतून वाहणाऱ्या रक्ताच्या आघातामुळें त्यांचे ठोके पडतात; व हृदयाचे ठोके व धमनींचे ठोके बरोबर पडत नाहींत याचें कारण हृदयापासून मिळालेली प्रेरणा शरीराच्या निरनिराळ्या भागांत पोहोंचण्यास कांहीं अवकाश लागतो हें होय.

हृदय हें रुधिराभिसरणप्रवर्तक इंद्रिय आहे.—हार्वेनें जे अनेक प्रयोग केले त्यांवरून त्याला हृदयाच्या संकोचनानें रुधिराभिसरणक्रिया कशी होते हेंहि स्पष्टपणें दाखवितां येऊं लागलें. एतद्विषयक त्याचें विवेचन व आजचें विवेचन यांत फारच थोडा फरक असेल. प्रथम हृदयांतील कर्णशष्कुली संकोच पावून जवनिकेंत रक्त पाठविते, व या जवनिकेचें संकोचन होऊन धमन्यांत रक्त ढकललें जातें व नाडीचे ठोके पडतात, हेंच त्याचें हृत्क्रियेसंबंधीं स्पष्टीकरण होतें. अशा रीतीनें हृदय हें रुधिराभिसरणप्रवर्तक इंद्रिय आहे ही गोष्ट त्यानें प्रस्थापित केली. असला सिद्धांत पुढें मांडणें म्हणजे आज आपणांस पृथ्वी गोल आहे व सूर्य तिच्या भोंवतीं फिरत नाहीं असें मोठ्या गंभीरपणानें प्रतिपादण्याइतकेंच हास्यास्पद वाटतें. परंतु हार्वेच्या पूर्वी हृदय हें कांहीं तरी गूढ प्रकारानें चैतन्य व उष्णता उत्पन्न करतें, व तें रक्त व जीवनाधार द्रव ज्यांत तयार होतो असें एक भांडें आहे, अशी लोकांची समजूत होती (जॉन डाल्टन्, डॉक्ट्रिन्स ऑफ दि सर्क्युलेशन, फिलाडेलफिया, १८८४ पृ. १७९).

शिरांच्या द्वारें रक्त हृदयांत परत येतें.—हृत्क्रियेचा अभ्यास करीत असतांना ज्या गोष्टीचें हार्वेस विशेष आश्चर्य वाटलें ती ही कीं, नाडीच्या प्रत्येक ठोक्याबरोबर थोडें थोडें रक्त जरी बाहेर पडलें तरी सबंध दिवसांत हृदयांतील बरेंच रक्त बाहेर जातें. उदाहरणार्थ, नाडीच्या प्रत्येक ठोक्याबरोबर एक ड्राम रक्त बाहेर पडतें असें जरी धरलें तरी अशक्त प्रकृतीच्या माणसाच्या नाडीचे एका तासांत जे अजमासें २००० ठोके पडतात त्यांबरोबर जवळ जवळ ४० पौंड—म्हणजे मनुष्याच्या शरीरांतील एकंदर रक्ताच्या दुपटीहून अधिक रक्त हृदयांतून बाहेर जातें. या एवढ्या रक्ताचें होतें तरी काय असा हार्वेपुढें साहजिकच प्रश्न उभा राहिला. ही एक गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे कीं, धमन्यांच्या द्वारें बाहेर जाणारें रक्त शिरांच्या द्वारें हृदयांत परत येतें ही गोष्ट हार्वेच्या काळीं लोकांना ठाऊक नव्हती. खुद्द हार्वेला

देखील रुधिराभिसरणासंबंधीं फारच अस्पष्ट कल्पना होती. परंतु हार्वेनें जिवंत प्राण्याचें शरीरव्यवच्छेदन करून शिरांमधून हृदयाकडे रक्त परत येतें ही गोष्ट निर्विवाद सिद्ध केली. तो म्हणतो कीं: " धोंडशीर ही हृदयास खालच्या बाजूनें येऊन मिळते व धमनी त्याच्या वरच्या भागांतून बाहेर पडते. आतां जर आपण हृदयाच्या खालीं थोड्या अंतरावर आंगठा व तर्जनी यांनीं धोंडशीर दाबून रक्तप्रवाह बंद केला, तर थोडक्याच वेळांत बोटें व हृदय यांच्या मधील धोंडशिरेच्या भागांतील रक्त नाहींसें होऊन, रक्त कमी पडल्यामुळें हृदयाचा आकारहि लहान होऊं लागतो, व तें अगदीं बंद पडण्याच्या बेतांत येतें. उलटपक्षीं हृदयाच्या वर कांहीं अंतरावर धमनी दाबून ठेविली तर बोटें व धमनी यांच्या मधील भाग रक्त सांचून फुगूं लागतो; हृदयाचा आकारहि वाढूं लागून त्यास अधिकाधिक आरक्त वर्ण येतो; व फाजील रक्त सांचल्यामुळें तें फुटतें कीं काय असें वाटूं लागतें." हार्वेनें दिलेल्या ह्या हकीकतीवरून शिरांच्या द्वारें रक्त हृदयांत परत येत असलें पाहिजे, ही गोष्ट त्यानें कशी सिद्ध केली हें स्पष्ट दिसून येतें.

रक्त धमन्यांतून शिरांत जातें.—हार्वेच्या प्रयोगांतील यापुढची पायरी म्हटली म्हणजे, शरीराच्या कोणत्याहि भागांत धमन्यांच्या द्वारें जें रक्त येतें तें शिरांच्या द्वारें त्यांतून परत जातें हें सिद्ध करणें ही होय. रक्त धमन्यांतून शिरांत कसें जातें हें कोडें हार्वेस उकलतां आलें नाहीं. हार्वेच्या पूर्वी गेलेन यानें धमन्या व शिरा ह्या सूक्ष्म रक्तवाहिन्यांच्या योगानें जोडलेल्या असतात, असें प्रतिपादन केलेलें होतें. व थोड्याच वर्षांपूर्वी सर्व्हेटस यानेंहि निदान फुप्फुसांत तरी धमन्या व शिरा यांनां जोडणाऱ्या रक्तवाहिन्या असल्या पाहिजेत असें दाखविलें होतें. परंतु हार्वेनें तिकडे यावें तसें लक्ष दिलेलें दिसत नाहीं. तथापि रुधिराभिसरणाच्या उपपत्तींत हा केवळ तपशीलाचा भाग आहे. मुख्य महत्त्वाचा मुद्दा म्हटला म्हणजे धमन्यांतील रक्त शिरांत जातें हाच होय; व तो हार्वेनें पुढें दिल्याप्रमाणें प्रयोग करून सिद्ध केला होता.

एखादा रोड माणूस पाहून, त्यानें कांहीं व्यायाम केल्यानंतर त्याच्या मनगटाच्या वरच्या बाजूस थोड्या अंतरावर शक्य तितकी आवळून एक कसणी बांधावी. रोड माणूस निवडण्याचें कारण अशा माणसाच्या अंगावरील शिरा आधींच स्पष्ट दिसत असतात हें होय. त्यांत त्यानें व्यायाम केलेला असला म्हणजे रक्त जोरानें वाहूं लागून त्या अधिकच स्पष्ट दिसूं लागतात. अशा माणसाचा हात मनगटाच्या वर आवळून बांधला, तर कसणीच्या वरच्या भागांत धमनी फुगूं लागते व तिचे ठोकेहि जलद जलद पडूं लागतात. परंतु हा प्रकार कसणीच्या खालच्या भागांत दृग्गोचर होत नाहीं. हाताचा तो भाग पूर्वी होता त्या स्थितींतच कायम राहतो. फक्त त्या भागांतील नाडीचे ठोके मात्र अजीबात बंद होतात. उलटपक्षीं हातास बांधलेली कसणी जर कांहीं ढिली केली, तर कसणीच्या खालच्या भागांत ज्या शिरा असतात त्या रक्त सांचून फुगूं लागतात, परंतु कसणीच्या वरील भागांत मात्र तसा प्रकार दृष्टीस पडत नाहीं. कसणी आवळून बांधली असली म्हणजे धमन्या व शिरा या दोहोंतीलहि रक्तप्रवाह बंद पडतो; परंतु तीच जर कसणी कांहींशी सैल केली तर पृष्ठभागाशीं असलेल्या शिरांचा प्रवाह बंद पडतो. पण धमन्या मांसांत खोल असल्यामुळें त्यांवर या सैल कसणीचा परिणाम होऊं शकत नाहीं. अर्थात् वरील प्रयोगावरून असें दिसतें कीं, रक्त हें धमन्यांच्या द्वारें हातांत शिरतें. धमनी आवळून तिचा प्रवाह बंद केला म्हणजे कसणीवरील धमनी फुगूं लागते, परंतु कसणीखालील हात मात्र पूर्वस्थितींतच रहातो यावरून ही गोष्ट स्पष्ट होते. उलट पक्षीं कसणी कांहीं अंशीं सैल केली, म्हणजे हृदयांतून धमन्यांच्या द्वारें रक्त बाहेर ढकललें जात असल्यामुळें तें कसणीच्या दाबास न जुमानतां धमन्यांतून हातांत शिरतें. परंतु शिरांच्या मागें तशी ढकलणारी शक्ति नसल्यामुळें त्यांतील रक्त हातांतच सांचून त्या फुगूं लागतात. यावरून धमन्यांच्या द्वारें हातांत शिरलेलें रक्त शिरांच्या द्वारें बाहेर पडत असतें ही गोष्ट व्यक्त होते.

मार्चेलो मालपीघि (१६२८-१६९४).—रुधिराभिसरणविषयक उपपत्ति सिद्ध करणारा हार्वेचा शेवटचा प्रयोग म्हणजे, शिरांतील पडद्यांच्या साहाय्यानें रक्त शिरांतून पुन्हां हृदयांत येऊन पडतें हा होय. हार्वेनें शिरांस पडदे असतात हें तर सिद्ध केलेंच, परंतु त्याबरोबरच ह्या पडद्यांचें कार्य काय असतें हेंहि अत्यंत साध्या व सोप्या प्रयोगांनीं दाखवून आपल्या रुधिराभिसरणविषयक उपपत्तींतील शेवटची सांखळी तयार केली. तथापि धमन्यांतून रक्त शिरांत जातें ही गोष्ट डोळ्यांनां दिसूं शकेल अशा प्रयोगानें सिद्ध करण्याचें श्रेय मार्चेलो मालपीघि नामक एका इटालियन पंडितास आहे. बेडकाच्या पायांतील रुधिराभिसरणाचें निरीक्षण केलें असतां स्पष्ट दिसणारी ही गोष्ट हार्वेच्या मरणानंतर चार वर्षांनीं १६६१ त मार्चेलोनें स्वतः प्रयोग करून लोकांच्या निदर्शनास आणली. शिरा व धमन्या यांनां जोडणाऱ्या अत्यंत सूक्ष्म अशा रक्तवाहिन्या असतात, हें त्याला प्रथम एका सुकलेल्या फुप्फुसाचें महत्कारी भिंगाच्या साहाय्यानें निरीक्षण करीत असतां दिसून आलें. हें दृष्टीस पडतांच त्यानें टर्टल नामक एक जातीच्या कबूतराच्या फुप्फुसाचें बारकाईनें निरीक्षण करून पाहिलें. तेव्हां त्याला धमन्या व शिरा यांनां जोडणाऱ्या ह्या अत्यंत सूक्ष्म रक्तवाहिन्यांतून बारीक बारीक रक्तगोलक धमन्यांकडून शिरांकडे व तेथून पुढें हृदयाकडे जात असलेले आढळून आले. अशा रीतीनें एका पिढींतच हार्वेची रुधिराभिसरणविषयक उपपत्ति अथपासून इतिपावेतों सिद्ध झाली.

लीवेनहॉक व सूक्ष्म जंतूंचा शोध.—१७ वें शतक संपण्यापूर्वी लागलेला आणखी एक महत्त्वाचा शोध म्हटला

म्हणजे अँटोनिअस लीवेनहॉक याचा सूक्ष्म जंतुविषयक शोध होय. ह्या सूक्ष्मजंतूंचें अस्तित्व लीवेनहॉक (१६३२–१७२३) याच्या लक्षांत १६८३ सालीं आलें. त्याला असें आढळून आलें कीं, त्याच्या दोन दांतांच्या दरम्यान सांचलेल्या पांढर्‍या पदार्थांत कोट्यवधि सूक्ष्मजंतू संचार करीत आहेत. लीवेनहॉक यानें हे जंतू खरोखरच पाहिले होते असें दिसतें. कारण त्यांचें जें त्यानें वर्णन दिलें आहे, तें सूक्ष्म जंतूंचे गोलजंतू, यष्टिजंतू, सूत्रजंतू व सर्पिलजंतू असे जे चार मुख्य भाग आहेत त्यांशीं बरेंचसें जुळतें. आपल्या दांतांत वावरणारे हे सूक्ष्म जंतू पाहून लीवेनहॉक यास मोठी काळजी वाटूं लागली. त्यानें सिरका व उष्ण कॉफी यांचा उपयोग करून या जंतूंचा नाश करण्याचा प्रयत्न करून पाहिला. या कामीं लिवेनहॉक यास तत्पुरतें यश आलें; व आपला हा शोध इंग्लंडच्या रॉयल सोसायटीस महत्त्वाचा वाटेल असें समजून त्यानें तो तिला कळविला. परंतु दुर्दैवानें रॉयल सोसायटीस ही गोष्ट त्या बाबतींत अधिक संशोधन करण्याइतकी महत्त्वाची वाटली नाहीं; व त्यानंतर १९ व्या शतकाच्या मध्यापर्यंत तिजकडे दुसर्‍या कोणीं लक्षहि पुरविलें नाहीं.

फ्रेंच शस्त्रक्रियेचा जनक, अंब्राइस पारे.—सोळाव्या शतकामध्यें जे कांहीं पांचसहा प्रसिद्ध शस्त्रक्रियाभिज्ञ उदयास आले, त्यांमध्यें फ्रेंच शस्त्रक्रियेचा जनक अंब्राइस पारे (१५१७–९०) हा अतिशय प्रसिद्ध आहे. तो मूळचा न्हावी होता, तरी तो पुढें इतक्या योग्यतेस चढला कीं, त्यानें तीन राजांच्या कारकीर्दींत राजवैद्याचें काम केलें. त्याच्या म्हणींपैकीं कांहीं म्हणी अद्यापहि वैद्यकीच्या धंद्यांतील लोक मूलभूत तत्त्वें म्हणून समजतात. 'जो ज्ञानार्जनाच्या ऐवजीं केवळ पैशाच्या लोभानें शस्त्रक्रियेचा धंदा पतकरतो, त्याच्या हातून एकहि काम यशस्वी होणार नाहीं.' 'नवीन उपायापेक्षां जुना अनुभविक उपाय चांगला.' वगैरे. त्याच्या थडग्यावर त्याची जखमी माणसांविषयींची कळकळ व्यक्त करणारें पुढें दिलेलें विनयसूचक वाक्य लिहिलेलें आहे. 'मी त्याला मलमपट्टी केली व परमेश्वरानें त्यास बरें केलें'

रणांगणावर रोग्यांच्या जखमा बांधीत असतां त्याला व्हीगोच्या जॉननें शिफारस केलेल्या, जखमांवर कढत तेल लावण्याच्या गचाळ व तापदायक उपायाची निरवश्यकता दिसून आली. लढाईंत असतांना एकदां त्याजवर अनेक जखमी इसमांस एकदम मलमपट्टी करून त्यांची शुश्रूषा करण्याचा प्रसंग आला. परंतु त्या वेळेस त्याजवळ तापलेलें तेल भरपूर नसल्यामुळें त्याला दुसरे साधे उपायच योजणें प्राप्त झालें; व ते गुणकारक आढळून आल्याकारणानें त्यानें त्या वेळेपासून कढत तेलाचा उपयोग करणें बंद केलें.

पारेला लॅटिन येत नसल्यामुळें त्यानें आपला ग्रंथ फ्रेंच भाषेंतच लिहिला. त्यानें रक्तस्राव बंद करण्याकरितां कसणी बांधण्याचा उपाय पुन्हां प्रचारांत आणला, ओठतुटीच्या विशिष्ट प्रकारच्या जखमेसाठीं चतुरस्त्रीव शिवण उपयोगांत आणिली, व एकंदरींत शस्त्रक्रियेला बरेंच चालन दिलें. कित्येकांच्या मतें सपाश अंतर्गलावरची शस्त्रक्रिया यशस्वी रीतीनें पार पाडल्याचें श्रेयहि त्यासच आहे. परंतु त्यानें ही शस्त्रक्रिया, बहुधा पीटर फ्रँको यानें १५५६ त या शस्त्रक्रियेचें जें वर्णन प्रसिद्ध केलें होतें त्यावरूनच केली असावी.

पीटर फ्रँको व मुतखड्यावरील शस्त्रक्रिया.—पीटर फ्रँको (१५०५–७०) याचा धंदा गांवोगांव भटकून मुतखड्यावर शस्त्रक्रिया करावी हा होता. अशा प्रकारच्या भटकणार्‍या वैदू लोकांबद्दल तत्कालीन समाजांत बराच गैरसमज होता. तथापि फ्रँकोनें आपल्या शस्त्रक्रियाकौशल्यामुळें इतकी लोकप्रियता संपादन केली कीं, त्याला बर्नच्या प्रजासत्ताक राज्यांत पगार देऊन शस्त्रक्रियेच्या कामावर नेमण्यांत आलें. जननेंद्रियांतून मुतखडा काढण्याच्या ऐवजीं ओटीवर शस्त्रक्रिया करून त्यानेंच प्रथम यशस्वी रीतीनें मुतखडा बाहेर काढला. हा अशिक्षित होता त्यामुळें याच्या ग्रंथाची भाषा जरी प्रौढ नाहीं, तरी त्यानें दिलेलें वर्णन अर्वाचीन लेखकाच्या वर्णनाइतकेंच सुबोध व सुस्पष्ट आहे.

गास्पर टाग्लिया कोझी (१५४५–९९).—फ्रँको यानें ज्याप्रमाणें शस्त्रक्रियेंत सुधारणा करून मनुष्याचें आयुष्य वाढविण्यास मदत केली, त्याप्रमाणें गास्पर टाग्लिया कोझी यानें आपल्या नाक बसविण्याच्या शस्त्रक्रियेनें मनुष्याच्या सुखांत भर घातली. ज्या काळांत तो होऊन गेला, त्या काळीं रोगामुळें किंवा पोपच्या शिक्षांमुळें अनेक लोक नासिकाविहीन झाले होते. टाग्लिया कोझीनें ही शस्त्रक्रिया पौरस्त्यांपासून उचलली असावी; परंतु पाश्चात्त्यांमध्यें ही शस्त्रक्रिया करणारा व तिचें वर्णन लिहून ठेवणारा तो पहिलाच शस्त्रवैद्य होता. ह्या शस्त्रक्रियेमुळें त्याची कीर्ति इतकी दूरवर पसरली कीं, यूरोपच्या निरनिराळ्या भागांतून ही शस्त्रक्रिया करून घेण्याकरितां लोक त्याजकडे येऊं लागले. धर्मगुरूची शिक्षा निरुपयोगी करणार्‍या या शस्त्रवैद्यावर तत्कालीन पोपानुयायी तत्त्ववेत्त्यांचा रोष होणें साहजिक होतें. फ्रँको हा जिवंतपणीं जरी युक्तिप्रयुक्तीनें या लोकांच्या तावडींत सांपडूं शकला नाहीं, तरी तो मेल्यावर पुरलेल्या ठिकाणाहून त्याचें प्रेत उकरून काढून या लोकांनीं त्याच्या नास्तिकपणाबद्दल त्याजवर सूड उगवून घेतला.

फाब्रिशिअस हिल्डानीझ (१५६०–१६३९).—ह्या शस्त्रक्रियाभिज्ञाचा जन्म जर्मनींत झाला असून तत्कालीन स्थिति प्रतिकूल नसती तर त्याची कीर्ति बरीच पसरली असती. पॅरासेल्ससच्या अंधभक्तांनां आपल्या गुरूच्या शिकवणुकीपलीकडे कोणतीहि गोष्ट दिसत नव्हती, व त्रिंशद्वार्षीय युद्धामुळेंहि शास्त्रीय प्रगतीस बराच अडथळा झाला होता. हिल्डानीझच्या समकालीन शस्त्रवैद्यांस लॅटिन व ग्रीक भाषा येत नसत; परंतु हिल्डानीझची स्थिति तशी नव्हती. या दोन्हीहि भाषा त्याला उत्तम प्रकारें अवगत होत्या. पॅरासेल्ससच्या भक्तांस न जुमानतां हा शस्त्रवैद्यास शारीरशा-

त्याचें पूर्ण ज्ञान असणें अवश्य आहे असें प्रतिपादन करीत असे. याला त्याच्या धंद्यांत त्याच्या वायकोहून वरीच मदत झाली. डोळ्यांत धातूचा कण गेला असतां लोहचुंबकाच्या साहाय्यानें तो बाहेर काढण्याची युक्ति हिनेंच प्रथम आपल्या नवऱ्यास सुचविली. हिल्डानीझ यानें शस्त्रक्रियेस लागणारीं कित्येक हत्यारें शोधून काढलीं. यांपैकीं वरींचशीं त्या वेळीं युद्धकलेंत जीं नवीन प्राणघातक आयुधें वापरण्यांत येऊं लागलीं होतीं तीं शरीरांतून बाहेर काढण्यास उपयोगीं पडावीं म्हणून बनविलेलीं होतीं.

सतराव्या शतकांत पूर्वी सोळाव्या शतकांत झाली तितकी किंवा पुढें अठराव्या शतकांत व्हावयाची होती तितकी शस्त्रक्रियेंत प्रगति झाली नाहीं. तथापि सामान्यतः असें म्हणतां येईल कीं, या शतकांतील शस्त्रवैद्यांनीं पारे व हिल्डानीझ यांनीं आरंभिलेलें काम पुढें चालवून तें पूर्णावस्थेस नेलें. या शतकांतील अत्यंत सुप्रसिद्ध शस्त्रवैद्य म्हणजे बहुधा रिचर्ड वाइजमन् (१६२५–१६२६) नांवाचा आंग्ल इसम होय. द्वार्वेप्रमाणें यासहि राजाश्रय होता. बंदुकीच्या गोळीची जखम झाली असतां अवयव तोडून टाकण्याची शिफारस करणारा हाच पहिला शस्त्रवैद्य होता; व धमनीशोप दाबून वरा करण्याचा उपायहि यानेंच प्रचारांत आणिला. तथापि एकंदरींत हा पुराणमताभिमानी वैद्य होता. शस्त्रक्रियेचा अवलंब न करितां शक्य तोंपावेतों रोग इतर औषधांनींच बरा करावा असें त्याचें मत होतें.

या काळांत इटाली देशांत होऊन गेलेले प्रमुख वैद्य म्हटले म्हणजे मार्कस ऑरीलिअस सेव्हेरिनस (१५८०–१६५६) व पीटर मार्केटिस (१५८९–१६७५) हे होत. त्याच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या कित्येक वैद्यांप्रमाणें सेव्हेरिनस यासहि धर्मविचारणसभेच्या भीतीनें नेपल्स सोडून जावें लागलें होतें. परंतु त्याच्या उत्तम कामगिरीमुळें नगरवासियांनीं धर्मविचारणसभेच्या आज्ञेस न जुमानतां त्यास पुन्हां आपल्या शहरीं परत आणिलें.

सिंकोनाचा प्रथम उपयोग.—सोळाव्या शतकांत शस्त्रक्रियेंत वरीच सुधारणा झाली, तरी औषधिवैद्यकांत मात्र कांहीं महत्त्वाची सुधारणा घडून आली नाहीं. सतराव्या शतकांत वैद्यकाच्या या भागांत निदान एक तरी महत्त्वाचा शोध लागला होता. १६४० त, जिच्यापासून क्विनाइन तयार करतात त्या सिंकोनाच्या सालीचा औषधोपचारासाठीं प्रथम उपयोग करण्यांत आला. सतराव्या शतकांत वैद्यकशास्त्रांत जरी फारशी प्रगति झाली नाहीं, तरी निरनिराळ्या वैद्यकपद्धती अस्तित्वांत येऊन अनेक मोठमोठ्या वैद्यांचीं नांवें या काळांत चमकूं लागलीं.

जान बाप्टिस्टा व्हॅन हेलमॉंट.—वैद्यकपद्धतींच्या संस्थापकांपैकीं अत्यंत सुप्रसिद्ध इसम म्हणजे जान बाप्टिस्टा व्हॅन हेलमॉंट (१५७८–१६४४) हा होय. यानें काढलेली वैद्यकपद्धति कांहीं काळपर्यंत जरी लोकप्रिय झाली होती, तरी तिच्या उत्पादकाच्या मरणानंतर थोड्याच वर्षांनीं ती अगदीं नामशेष झाली. व्हॅन हेलमॉंट हा केवळ वैद्यच नसून तत्कालीन बहुतेक शास्त्रांत त्याची गति होती. प्रथम त्यानें वैद्यकाचा व रसायनशास्त्राचा अभ्यास केवळ करमणुकीसाठीं हातांत घेतला होता; परंतु जसजसे त्यास नवीन नवीन शोध लागूं लागले तसतसा तो त्यांत अधिकाधिक लक्ष घालूं लागला. त्याचीं मतें पॅरासेल्सस याच्या मतांइतकींच क्रांतिकारक असून त्यानें गेलेन आदिकरून बहुतेक प्राचीन लेखकांचीं मतें चूक म्हणून अग्राह्य ठरविलीं होतीं. नाहीं म्हणावयास त्यानें पॅरासेल्ससचीं मात्र कांहीं मतें ग्राह्य म्हणून आपल्या पद्धतींत अंतर्भूत केलीं होतीं. त्याची पद्धति इतकी गुंतागुंतीची आहे कीं, तिचें संपूर्ण विवेचन येथें देतां येणें शक्य नाहीं. वैद्यक शास्त्राच्या इतिहासांत त्याच्या पद्धतीचें महत्त्व, त्यानें औषधी तयार करण्याच्या ज्या रासायनिक क्रिया उपयोगांत आणिल्या त्यामुळें आहे. ह्या कृतींमुळें त्याचा रसायनवैद्यक शाखेच्या संस्थापनेशीं अप्रत्यक्ष संबंध पोहोंचतो.

रसायनवैद्यक शाखा.—या शाखेचा संस्थापक सिल्व्हिअस (फ्रांझ डि ले बो १६१४–१६७२) हा आहे. सिल्व्हिअस हा लायडेन विश्वविद्यालयांतील वैद्यक शास्त्राचा अध्यापक असून त्याच्या पद्धतींतील महत्त्वाच्या गोष्टी म्हटल्या म्हणजे, ती रासायनिक औषधें वापरीत असे व त्याची रोगनिदानाची उपपत्ति त्या वेळीं प्रचलित असलेल्या चतुर्दोषात्मक उपपत्तीहून अगदीं भिन्न होती ह्या होत. नुकत्याच सिद्ध झालेल्या रुधिराभिसरणविषयक उपपत्तीच्या व नवीन रसायनशास्त्राच्या आधारावर एक कायमची वैद्यकपद्धति प्रचारांत आणावी असा त्याचा विचार होता. परंतु आधुनिक शास्त्रज्ञांस त्याचें नांव जें आज परिचित आहे तें तन्नामक मेंदूंतील एका भेगीमुळें होय. त्याच्या मतें ज्वरादि विकार पोटांत चाललेल्या आंबण्याच्या क्रियेंत कांहीं विघाड झाला असतां उत्पन्न होतात. सिल्व्हिअसच्या मतांचा प्रसार इंग्लंड खेरीज करून यूरोपच्या इतर भागांत फार झपाट्यानें झाला. इग्लंडांत मात्र त्याचीं मतें टॉमस विलिस (१६२२–१६७५) हा त्यांत फेरफार घडून आणीपर्यंत सर्वमान्य झालीं नाहींत. सिल्व्हिअसप्रमाणेंच विलिसचेंहि नांव ' विलिस-वर्तुल 'नामक त्याच्या नांवाच्या मेंदूंतलि एका भागामुळेंच आज शास्त्रज्ञांस परिचित आहे. मधुमेहाचें व कांहीं मज्जातंतुरोगांचें सविस्तर वर्णन लिहून ठेवणारा विलिस हा पहिलाच वैद्य होता; व त्याच्या या वर्णनामुळें वैद्यक शास्त्राच्या प्रगतीस थोडीबहुत मदतहि झाली आहे. वैद्यकाच्या या निरनिराळ्या शाखा १७ व्या शतकाच्या अखेरीस सिडेनहॅम हा त्यांचें निर्मूलन करीपर्यंत अस्तित्वांत राहिल्या.

यांत्रिकवैद्यक शाखा.—ही शाखा बहुधा नेपल्स येथील बोरेली (१६०८–१६७९) यानें इंद्रियविज्ञानशास्त्राच्या उपपत्तीवर स्थापन केली होती. तथापि,या शाखेचीं तत्त्वें बोरे-

लीच्या पूर्वीच पादोआ येथील सँक्टोरिअस नामक एका अध्यापकानें शोधून काढली होती. सँक्टोरिअस यास असें आढळून आलें होतें कीं, मनुष्यांच्या शरीरांतून सदोदित अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत घाम बाहेर पडत असतो, व यायोगानें मनुष्याच्या शरीराचा होणारा क्षय. इतर सर्व उत्सर्गांच्या योगानें होणाऱ्या एकंदर क्षयापेक्षां बराच अधिक असतो. सँक्टोरिअस याजजवळ पारड्याच्या ऐवजीं खुर्ची लावलेलें असें एक तोलण्याचें यंत्र होतें, व तो आपला बहुतेक सर्व वेळ या कांट्यांतील खुर्चीवर बसूनच घालवीत असे. सँक्टोरिअस यास आपल्या शोधाचें वाजवीपेक्षां अधिक महत्त्व वाटलें होतें खरें; तथापि, त्वचेची काळजी घेणें किती महत्त्वाचें आहे, हें लोकांच्या निदर्शनास आणून या शोधानें आरोग्यशास्त्राची बरीच मोठी कामगिरी बजाविली आहे. ज्वरांत उष्णतामापकाचा उपयोग करण्याचा प्रघात यानेंच प्रथम पाडला. तथापि तें शोधून काढण्याचें श्रेय मात्र त्यास नसून गॅलिलीओ यास आहे.

हार्वेच्या रुधिराभिसरणाच्या शोधानें या रुधिराभिसरणांतल्या क्रियेचें कांहीं अंशीं जलपीडनयंत्रांतल्या क्रियेशीं साम्य आहे असें दाखवून यांत्रिकवैद्यक शाखेचा पाया घातला. बोरेली यानें 'ऑन दी मोटिव्ह ऑफ ॲनिमल्स' नामक ग्रंथांत या तत्त्वावर रोगांची व जीवनक्रियेची उपपत्ति लावण्याचा प्रयत्न केला आहे. या शाखेच्या मताप्रमाणें कमीजास्त स्थितिस्थापकत्व असलेलीं शरीरांतील घनद्रव्यें त्यांतील द्रवरूप पदार्थांच्या प्रवाहास अडथळा करीत असून या द्रवरूप पदार्थांची घनताहि कमीजास्त होत असते; यांपैकीं एका किंवा दोन्ही कारणांमुळें द्रवरूप पदार्थ एकाच ठिकाणीं वाजवीपेक्षां फाजील सांठून सर्व रोग उत्पन्न होतात. हार्वेच्या शोधासारख्या क्रांतिकारक शोधांनीं डोळे दिपून जाऊन, एका शोधाचें फाजील स्तोम माजून इतर गोष्टींच्या सापेक्ष महत्त्वाकडे दुर्लक्ष झालें, म्हणजे बोरेलीच्या शाखेसारख्या शाखा उदय पावतात. बोरेलीसारख्या बुद्धिमान् माणसानें या शाखेचा पुरस्कार केल्यानें, तिचा फोलपणा लक्षांत येऊन ती नष्ट होण्यापूर्वीं तिचा बराच प्रसार झाला. बोरेलीनें केलेल्या गणितांतील अतिशयोक्तिपूर्ण आंकडे मोठ्या मौजेचे आहेत. उदाहरणार्थ, तो म्हणतो कीं, हृदयाचा प्रत्येक ठोका ४०,००० शेर वजनाइतक्या शक्तीचा प्रतिबंध तोलून धरण्यास समर्थ असतो—आधुनिक इंद्रियविज्ञानी त्याची शक्ति सारी पांचपासून नऊ औंसांपर्यंतच समजतात!

टॉमस सिडेनहॅम् (१६२४-१६८९).—यूरोपांतील शास्त्रज्ञ उपर्युक्त भ्रामक शाखांच्या भोंवऱ्यांत गिरके खात असतां इंग्लंडांत टॉमस सिडेनहॅम नांवाचा एक सुप्रसिद्ध वैद्य जन्मास आला. हार्वे ज्या वेळीं राजाच्या पदरीं शस्त्रवैद्य म्हणून काम करीत होता, त्या वेळीं सिडेनहॅम हा पार्लमेंटच्या सैन्यांत कप्तान म्हणून काम करीत होता. सिडेनहॅम यानें हिपॉक्राटेझ याचीं मतें, त्यांत त्याच्यानंतर झालेल्या शोधांमुळें अवश्य झालेले फेरफार करून, आपल्यापुढें आदर्श म्हणून ठेविलीं होतीं. प्रत्यक्ष अनुभवानें खात्री झाल्याशिवाय तो कोणतीहि उपपत्ति खरी मानीत नसे. हिपॉक्राटेझप्रमाणें त्याचेंहि मत, निसर्ग हाच सर्व रोग, वैद्याचें केवळ साहाय्य घेऊन, बरे करतो असें होतें. तथापि तो निसर्गाच्या या मदतनिसाच्या कामगिरीचें महत्त्व पूर्णपणें जाणून होता. वैद्यकशास्त्राची प्रगति तीन प्रकारांनीं होणें शक्य आहे असें त्यास आढळून आलें: (१) रोगांच्या वाढीच्या इतिहासांचीं तंतोतंत वर्णनें लिहून ठेविलीं पाहिजेत; (२) रोगांवर औषधोपचार करण्याचे नक्की उपाय स्वानुभवावरून निश्चित केले पाहिजेत; व (३) निरनिराळ्या रोगांवर सिंकोनाप्रमाणें रामबाण उपाय शोधून काढले पाहिजेत. सिडेनहॅम हा एकट्या सिंकोनालाच रामबाण उपाय समजतो. कांहीं ठराविक रोगांवर पाऱ्याचाहि अचुक गुणकारी औषधाप्रमाणें उपयोग होऊं शकतो हें सिडेनहॅम यास ठाऊक होतें, तथापि त्याची त्यानें रामबाण औषधांत गणना केलेली नाहीं.

सिडेनहॅमच्या शिकवणुकीचा भावी वैद्यकशास्त्रावर परिणाम झाला, तो त्यानें काळजीपूर्वक निरीक्षण करण्यासंबंधी जो उपदेश केला त्यामुळें होय. तथापि, आधुनिक वैद्यांस त्याचें महत्त्व त्यानें वैद्यकशास्त्रांत अफूच्या अर्कांचा उपयोग प्रथम सुरू केला म्हणून वाटतें. परंतु हें केवळ आंग्ल लोकांचें मत झालें. जर्मन लोकांच्या मतें या उपायाचा आद्य प्रवर्तक सिडेनहॅम नसून पॅरासेल्सस हाच आहे.

अल्ब्रेट व्हॉन हेलर.—बर्न येथील रहिवाशी अल्ब्रेट व्हॉन हेलर (१७०८-१७७७) हा १८व्या शतकांतल्या इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांतील एक शककर्ताच होऊन गेला. हिपॉक्राटेझनंतर ज्या तत्त्ववेत्यांनां 'दी ग्रेट' ही पदवी त्यांच्या समकालीनांनीं दिली, त्यांच्या तोडीची याची विद्वत्ता असल्यामुळें याला ती पदवी देणें जरूर आहे. मूळ तो वैद्यकीच्या धंद्यांत प्रसिद्धि पावलेला होता, पण त्याशिवाय इतर शास्त्रें व कलाहि त्याला बऱ्याच अवगत होत्या. कवि, वनस्पतिशास्त्रज्ञ व मुत्सद्दी या तीनहि ज्ञानक्षेत्रांत तो सारखाच प्रसिद्ध होता.

बालवयांत हेलर इतका अशक्त असे कीं, इतर समवयस्क मुलांप्रमाणें निरनिराळ्या खेळांत भाग घेऊन स्वतःला करमणूक करून घेणें त्याला शक्य नव्हतें. त्यामुळें तो आपला बहुतेक वेळ पुस्तकें वाचण्यांत घालवीत असे. दहा वर्षांचा असतांनाच लॅटिन व जर्मन भाषेंत कविता करण्यास त्यानें आरंभ केला; व पंधराव्या वर्षी ट्युबिंजेन येथील युनिव्हर्सिटींत अभ्यास सुरू केला. १७ व्या वर्षी त्यानें कित्येक सर्वमान्य होऊन बसलेल्या सिद्धांतांविरुद्ध विद्वत्ताप्रचुर लेख लिहिले, आणि १९ व्या वर्षींच त्यानें 'डॉक्टर' ही युनिव्हर्सिटींतील पदवी मिळविली. त्यानंतर तो लवकरच इंग्लंडला गेला. शारीरशास्त्रांतील शरीरव्यवच्छेदनक्रियेचा त्याला फार नाद असल्यामुळें इंग्लंडमध्यें लोकांस त्यानें

थडग्यांतील प्रेत चोरल्याचा संशय आला. त्यामुळें इंग्लंड सोडून तो तावडतोब यूरोपांत परत आला. नंतर बाझेल येथें राहून त्यानें कांहीं दिवस वनस्पतिशास्त्राचा अभ्यास केला व पुढें वनस्पतींचें निरीक्षण करण्याकरितां स्वित्झर्लंड-मध्यें बराच मोठा प्रवास केला. नंतर शेवटीं बर्न शहरांत आपल्या जन्म ठिकाणीं परत येऊन त्यानें वैद्यकीचा धंदा सुरू केला. या काळांत एकीकडे त्यानें आपला कविता करण्याचा व वनस्पतिशास्त्राध्ययनाचा व्यवसाय चालू ठेवला होताच. या वेळच्या त्याच्या बऱ्याच कविता निनांवी प्रसिद्ध झालेल्या आहेत.

१७३६ मध्यें त्याला गॉटिंजन येथें शारीरशास्त्र, शस्त्रक्रिया, रसायनशास्त्र व वनस्पतिशास्त्र एवढ्या विषयांचा अध्यापक नेमण्यांत आलें. विश्वविद्यालयांत अध्यापनाचें काम चालू असतांनाहि त्यानें आपला वाङ्मयविषयक व्यवसाय बिलकुल दुर्लक्ष न करतां चालू ठेविला होता. कधीं कधीं त्याचे कित्येक दिवस व रात्री स्वतःच्या वाचनालयांतील पुस्तकें वाचण्यांत निघून जात; त्या वेळीं तो बिलकुल बाहेर न जातां जेवण-खाण झोंप सर्व तेथल्या तेथें उरकीत असे. एकसारखें पुस्तकें वाचीत असावें, अगदीं कंटाळा आला म्हणजे तेवढ्यापुरती झोंप घ्यावी असा त्याचा क्रम असे. तसेंच या वेळीं त्याचा सर्व जगांतील विद्वानांशीं पत्रव्यवहार चालू होता, व त्याची अशी प्रसिद्धि आहे कीं, तो कोणत्याहि पत्राला उत्तर दिल्याशिवाय रहात नसे.

वैद्यकशास्त्रांत हेलरनें अत्यंत महत्त्वाची भर घातली, ती त्यानें आपल्या सुप्रसिद्ध आकुंचनशीलतेच्या सिद्धांताची. त्यामुळेंच ज्याप्रमाणें हार्वेला 'रुधिराभिसरणविज्ञानशास्त्राचा जनक' म्हणतात त्याचप्रमाणें हेलरला 'आधुनिक मज्जातंतु-विज्ञानशास्त्राचा जनक' अशी पदवी देण्यांत येते. हेलरच्या आकुंचनशीलताविषयक सिद्धान्तानें त्या शतकांतल्या वैद्यकशास्त्रांतील विद्वानांतच नव्हे, तर सर्वच विद्वानांत खळ-बळ उडवून दिली. तिच्या तोडीची खळबळ त्यानंतर अलीकडील डार्विनच्या सिद्धान्तानेंच काय ती उडवून दिलेली आढळते. सर्वसाधारण आकुंचनशीलतेचें तत्त्व हेलरपूर्वी फ्रॅन्सिस ग्लिसन (१५९७–१६७७) नामक विद्वानानें निगमनपद्धतीनें अथवा अनुमानानें प्रस्थापित केलें होतें; पण हेलरनें प्रत्यक्ष प्रयोगांच्या साहाय्यानें आगमपद्धत्यनुसार असें सिद्ध केलें कीं, आकुंचनशीलता हा गुण शरीरांतील सर्व तंतूंच्या व धातूंच्या ठायीं नसतो; तर तो फक्त स्नायुमय भागांतच काय तो असतो. हेलरनेंच प्रथम स्नायूंची आकुंचनशीलता व मज्जातंतूंची संवेदनशक्ति यांतील फरक स्पष्टपणें निदर्शनास आणला. १७४७ मध्यें त्यानें स्नायूं-मध्यें चलनवलन उत्पन्न करणाऱ्या तीन निरनिराळ्या शक्ती आहेत असें दाखविलें. त्या शक्ती येणेंप्रमाणें: (१) स्थिति-स्थापकत्व उर्फ 'मृत मज्जातंतुजन्यशक्ति'; (२) आकुंचन-शीलता उर्फ 'अंगभूत मज्जातंतुजन्यशक्ति'; व (३) प्रत्यक्ष मज्जातंतुजन्यशक्ति. शरीराच्या कोणकोणत्या भागांत आकुं-चनशीलता म्हणजे संक्षोभामुळें आकुंचन पावण्याचा गुण आहे हें ठरविणारे त्यानें १७५२ मध्यें एकशें नव्वद प्रयोग करून दाखविले. आकुंचनशीलता हा धर्म फक्त स्नायुमय शरीरभागांतच असतो व त्याचा तत्संबद्ध मज्जातंतूंशीं कांहीं-एक संबंध नाहीं, ह्या हेलरच्या सिद्धान्तासंबंधानें तदनंतर मोठा वाद माजला व तो वाद अखेर १९ व्या शतकाच्या अखेरीस मिटून हेलरचा सिद्धान्तच सर्वतोपरी बरोबर असल्याचें ठरलें.

आकुंचनशीलताविषयक आपला सिद्धांत प्रस्थापित करण्याकरितां प्रयोग करीत असतांनाच हेलरनें आपले पिंडवृद्धिशास्त्र व शरीरवृद्धि यांविषयींचे मुख्य शोध लाविले. अंडीं उबविण्याची क्रिया चालू असतां, अडतिसाव्या तासांत प्रथम कोंबडीच्या पिल्लाचें हृदय भासमान होऊं लागतें, आणि एकेचाळिसाव्या तासांत लाल रक्त उत्पन्न झाल्याचें दिसून येतें या गोष्टी त्यानें सिद्ध केल्या. हलक्या जातीच्या प्राण्यासंबंधाचें संशोधन चालू असतां त्यानें आपला दुसरा एक सिद्धान्त भरपूर पुराव्यानिशीं कायम केला. तो सिद्धान्त असा कीं, एकदां प्रथम मुख्य जाति उत्पन्न झाल्यानंतर त्या जातींतील प्रत्येक प्राणी आपल्या पूर्वजात प्राण्यापासून उत्पन्न झाला आहे, आणि प्रत्येक प्राणी मूळ बीजावस्थेंत किंवा गर्भा-वस्थेंत असतांनाच सकलावयवयुक्त असून मूळच्या सूक्ष्मदर्शक-यंत्रज्ञात स्थितींतूनच वाढून पुढें तो स्पष्ट दृग्गोचर स्थितींत येतो; कोणताहि अवयव नंतर नवा उत्पन्न होत नाहीं.

इंद्रियविज्ञानशास्त्रांत हेलरनें आपल्या ज्ञानतंतुरचना-विषयक माहितीशिवाय आणखी श्वासोच्छ्वास क्रियेसंबंधींहि नवीन माहिती मिळविली; आणि फुप्फुसें स्वतंत्रपणें आकुंचन प्रसरण पावतात हें हॅम्बर्गरचें (१६९७–१७५५) म्हणणें खोडून काढलें. तथापि हेलरला त्याच्या इतर समकालीन विद्वानांप्रमाणेंच फुप्फुसांचें शरीरव्यापारांत मुख्य कार्य कोणतें तें मात्र मुळींच कळलें नव्हतें, हें खरें आहे. तसेंच या बड्या इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञाचा जरी एकंदर वैद्यकशास्त्राला बराच उपयोग झाला, तरी रोग बरे करण्याच्या कामीं त्याच्या शोधांचें प्रत्यक्ष साहाय्य फारसें झालें नाहीं. त्याच्या एकंदर शोधांचा औषधियोजना करण्याच्या कामांत अप्रत्यक्ष उपयोग मोठा झाला, यांत शंका नाहीं. एकंदरीनें हेलर हा वैद्यकशास्त्रांतील व्यावहारिक भागापेक्षां तात्त्विक भागांतच फार मोठा विद्वान् होता. तथापि नाडीचे ठोके मोजतांना घड्याळाचा उपयोग करण्याची युक्ति त्यानेंच प्रथम अमलांत आणली, अशी प्रसिद्धि आहे.

बॅटिस्टा मॉर्गेग्नि आणि विकृत शारीर.—हेलरचा एक बडा समकालीन शास्त्रज्ञ गिओव्हेनी बॅटिस्टा मॉर्गेग्नि (१६८२–१७७१) यानें शारीरशास्त्रांतील ज्या एका महत्त्वाच्या भागाकडे सिडेनहॅम या इंग्रज शास्त्रज्ञानें दुर्लक्ष केलें होतें त्या भागांत संशोधन करून शारीरशास्त्राच्या ज्ञानांत

मोठी भर घातली. हा भाग म्हणजे विकृत शारीर (सजीव व मृतदेहांतील रुग्ण शरीरघटक धातूंचा अभ्यास) हा होय. अशा दिशेनें अभ्यास त्यापूर्वी १६७९ चे सुमारास बॉनेट यानें केला होता, पण तो इतक्या विस्तृत प्रमाणावर नव्हता. परंतु मॉर्गेग्नीचें या बाबतींतील संशोधन फार व्यापक, बिनचूक व अनेक प्रत्यक्ष रोगांचीं उदाहरणें पाहून केलेलें असल्यामुळें वैद्यक शास्त्रांत तें नवयुगारंभकारी होऊन बसलें आहे. मॉर्गेग्नीचें संशोधनवृत्त प्रसिद्ध झाल्या दिवसापासून विकृत शारीर हा एक वैद्यक शास्त्रांतला स्वतंत्र विषय बनला आहे, व या विषयांत तेव्हांपासून पुष्कळ भरहि पडली आहे.

विल्यम हंटर.-(१७१८-१७८३).-विल्यम हंटर हा १८ व्या शतकांतला फार मोठा शरीरशास्त्रज्ञ व वैद्य होऊन गेला असून इंग्लंडमध्यें तर शारीरशास्त्रांतला हाच पहिला विद्वान् अध्यापक होता; तथापि त्याचा धाकटा भाऊ जॉन हा त्याहूनहि विद्वान् निघाल्यामुळें हंटरचें नांव बरेंच मागें पडलें. हंटरचें शिक्षण प्रथम धर्मोपदेशकाचा धंदा करण्याच्या उद्देशानें झालें होतें; पण नंतर विल्यम क्युलेन या शस्त्रक्रियाभिज्ञानें सुचविल्यावरून हंटरनें वैद्यकाचा अभ्यास केला. पुढें वैद्यक शास्त्र शिकविण्याचा पहिला प्रयत्न त्यानें १७४६ मध्यें केला; व आरमारी वैद्यांच्या मंडळामध्यें (सोसायटी ऑफ नेव्हल प्रॅक्टिशनर्समध्यें) शस्त्रक्रिया विषयावर एक व्याख्यानमाला सुरू केली. हीं त्याचीं व्याख्यानें इतकीं उपयुक्त व मनोरंजक झालीं कीं तशींच आणखी व्याख्यानें देण्याबद्दल त्याला निमंत्रणें आलीं, व लवकरच सदरहू विषयाचा तो सुप्रसिद्ध अध्यापक बनला. त्याच्या अंगीं वक्त्याला व गोष्टी सांगणाराला लागणारे गुण उपजतच होते; व त्यांच्या जोडीला विषयप्रतिपादनाची सुबोध व सर्वांगपरिपूर्ण पद्धति त्यानें साध्य केल्यामुळें, त्याचीं व्याख्यानें सारखीं दोन दोन तास चालू असत तरी कोणाहि विद्यार्थ्याला कंटाळवाणीं वाटत नसत. आपणाला माहीत असलेल्या विद्येचा उपयोग रोग्यांनां बरे करण्याकडे करण्यापेक्षां जाहीरपणें ती विद्या शिकविण्यांतच केल्यानें जगाला अधिक फायदा होईल असें त्याला वाटत असे; त्यामुळें अगदीं अखेरच्या दिवसांतहि प्रकृति अत्यंत क्षीण झालेली असतां अनेक मित्रांच्या सल्ल्याविरुद्ध त्यानें व्याख्यानद्वारा अध्यापनाचें काम चालू ठेविलें होतें. त्याचा घातक परिणाम असा झाला कीं, अखेर एका व्याख्यानाच्या वेळीं श्रमातिरेकामुळें तो मूर्च्छा येऊन पडला आणि नंतर थोडक्याच दिवसांत त्याचें देहावसान झालें.

हंटरच्या मनांत कित्येक वर्षें अशी एक महत्त्वाकांक्षा उद्भवली होती कीं, एक मोठें पदार्थसंग्रहालय बांधून त्यांत शारीरशास्त्र, औषधिशास्त्र आणि शस्त्रक्रिया या विषयांच्या संशोधनाध्यापनाची सोय करून ठेवावी. या हेतूनें त्यानें १७६५ मध्यें इमारतीकरितां एक सोईस्कर जागा मिळावी अशी जाहीर विनंति केली व स्वतः त्या इमारतीकरितां सात हजार पौंड व शिवाय शारीरशास्त्राच्या अध्यापकांकरितां लागणारा खर्च इतकी मोठी देणगी देऊं केली. तथापि त्याला तशी जागा मिळाली नाहीं. त्यामुळें त्यानें एक सामान्य प्रतीचेंच घर बांधून त्यांत अध्यापन व शरीरव्यवच्छेदन या कार्यांकरितां निरनिराळ्या खोल्या केल्या, व पदार्थसंग्रहाकरितांहि स्वतंत्र जागा ठेविली. त्या संग्रहालयांत त्यानें शारीरशास्त्राचीं उपकरणीं, नाणीं, खनिजपदार्थ व सृष्टिशास्त्राच्या अभ्यासास उपयुक्त अशा अनेक पदार्थांचे नमुने ठेविले.

हंटरच्या स्वभावांत दोन दोष होते. ते असे कीं, त्याला वाद माजविण्याची मोठी आवड असे; पण उलट त्याला कोणीं विरोध केल्यास फार राग येत असे. यामुळें त्याच्या वेळच्या बहुतेक विद्वानांशीं त्याचें पटत नसे; विशेषतः त्याचा भाऊ जॉन व तो यांचें कधींच पटलें नाहीं. पण त्यांत जॉनचाहि कांहीं दोष होता. हंटर स्वतःच्या चिडखोर स्वभावाचें कारण असें सांगत असे कीं, त्याचा शारीरशास्त्रज्ञ या नात्यानें नेहमीं मृतशरीरांशींच संबंध येत असल्यामुळें व तीं सर्वतः प्रतिकाराक्षम असल्यामुळें जिवंत माणसांकडून होणारा प्रतिकार त्याला असह्य वाटे. इंद्रियविज्ञानशास्त्रांतील अनेक बाबींचें त्यानें सुरू केलेलें संशोधनाचें काम त्याचा भाऊ जॉन यानें पुढें चालवून त्याला परिणत स्वरूप दिलें; आणि थोरल्या भावापेक्षां अधिक नांव कमाविलें. तसेंच शारीरशास्त्राच्या ज्ञानांतहि त्यानें पुष्कळ भर घातली. विशेषतः कूर्चा (कार्टिलेजेस्) व सांधे या शरीराच्या भागांसंबंधानें बरीच नवीन माहिती त्यानें जगाला उपलब्ध करून दिली.

जॉन हंटर (१७२८-१७९३).—वेस्ट मिन्स्टर अॅबेमधील अॅबटइस्लिपच्या चॅपेलमध्यें बेन जॉनसनच्या थडग्याशेजारीं जॉन हंटरचें शव पुरलेलें आहे. जगामध्यें आजपर्यंत जे अत्यंत मोठे शस्त्रक्रियाभिज्ञ व इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञ होऊन गेले त्यांत हंटरची गणना वैद्यकशास्त्राचे इतिहासज्ञ करतात. त्याच्या एकंदर संशोधनक्षेत्राची व्याप्ति १८ व्या शतकांतील शास्त्रीयज्ञानक्षेत्राच्या आत्यंतिक मर्यादांपर्यंत पोहोंचते. तथापि अशा या विख्यात शास्त्रज्ञाची बालवयांत वीस वर्षेंपर्यंत अभ्यासाकडे प्रवृत्ति फारशी नव्हती; त्याचें सर्व चित्त उघड्या मैदानांतील खेळांमध्यें व करमणुकींमध्यें. असे. वयाच्या विसाव्या वर्षानंतर द्रव्यार्जनाचा कोणता तरी धंदा पतकरला पाहिजे अशी आवश्यकता वाटून त्यानें आपला भाऊ विल्यम याची त्याच्या लंडन शहरांतील शारीरशास्त्राच्या पाठशाळेंत कांहीं शरीरव्यवच्छेदनविषयक प्रयोग करण्यास परवानगी मिळविली. त्या ठिकाणीं शरीरव्यवच्छेदनाचें एक काम त्यानें आपल्या भावाच्या कल्पनेबाहेर उत्तम करून दाखविलें. दुसऱ्या प्रयोगाच्या वेळीं त्यानें पहिल्यापेक्षां अधिक सफाई दाखविली, आणि त्यावरून पुढें जॉन हा खास बडा

शारीरशास्त्रज्ञ बनणार अशी त्याच्या भावाची खात्री झाली. तथापि तोंपर्यंत त्याला वैद्यकीच्या धंद्याचें व्यवस्थित असें शिक्षण मिळालेलें नव्हतें. ग्रीक किंवा लॅटिन या भाषांचें ज्ञान त्याला फारसें नव्हतें; आणि पुढें त्याच्या आयुष्यांतील एकंदर व्यवसायांतहि त्याला भाषाज्ञानाची मुळींच आवश्यकता भासली नाहीं. त्याच्या या भाषाविषयक अज्ञानासंबंधानेंच ऑटलेनें अशी एक गोष्ट लिहून ठेविली आहे कीं, ग्रीक व लॅटिन या मृत भाषांच्या अज्ञानासंबंधानें हंटरला एकानें दोष दिला, तेव्हां त्यानें प्रतिपक्षाला असें उत्तर दिलें कीं, " कोणत्याहि मृत अथवा जिवंत भाषेमध्यें जें ज्ञान मिळण्यासारखें नाहीं तें ज्ञान केवळ मृत शरीराच्या साहाय्यानें मी करून देऊं शकतों. "

शरीरव्यवच्छेदनव्यवसाय पतकरल्यापासून दुसऱ्या वर्षीच जॉननें त्यांत इतकें प्राविण्य दाखविलें कीं, त्याच्या भावानें आपल्या विद्यालयांत त्याला कांहीं वर्गांवर शिक्षक नेमिलें. पुढें १७५४ मध्यें सेंटजॉर्ज हॉस्पिटलांतील सर्जनच्या हाताखालीं तो विद्यार्थी म्हणून राहिला व दोन वर्षांनीं हौससर्जन झाला. पण या कामांत श्रमातिशयामुळें त्याची प्रकृति बिघडून क्षयरोगाचीं चिन्हें दिसूं लागलीं, म्हणून त्यानें १७६० मध्यें बेलीआईलवर पाठविलेल्या सैन्यामध्यें स्टाफ-सर्जनची नोकरी पतकरली; व दोन वर्षांनंतर पोर्तुगालमध्यें इंग्लिश सैन्यांत राहून नोकरी केली. या सर्व काळांत त्याचे शास्त्रीय शोध सारखे चालूच होते; त्यांपैकीं बंदुकीच्या गोळीनें होणाऱ्या जखमांसंबंधाच्या व दुसऱ्या कित्येक शोधांचा त्यानें उत्तरवयांत व्यवहारांत फारच उत्तम उपयोग करून घेतला. १७६३ मध्यें तो इंग्लंडांत परत आला. तेव्हां त्याची प्रकृति बरीच सुधारलेली होती. त्यानें लंडनमध्यें शस्त्रक्रियावैद्याचा धंदा सुरू केला; व तेव्हांपासून त्या धंद्यात त्यानें एकसारखें वाढत्या प्रमाणांत यश संपादन केलें.

लसिकावाहिन्यां (लिंफॅटिक्स) संबंधानें अभ्यास करून जी माहिती त्यानें मिळवून ठेविली आहे तिचा वैद्यकीच्या धंद्यास फार मोठा उपयोग झाला. सर्व शरीरभर पसरलेल्या या सूक्ष्म शिरांचें जाळें फार महत्त्वाचें असून त्यांचा प्रथम शोध ॲसेलियसनें लावला, व त्यानंतर हेलर वगैरे अनेक विद्वानांनीं त्यांच्या संबंधाचा बराच अभ्यास केला. १७५८ मध्यें पक्ष्यांच्या मानेंत असलेल्या लसिकावाहिन्यांची माहिती हंटरनें प्रथम मिळविली. तथापि त्यांचें कार्य शोषण करण्याचें असतें ही गोष्ट मात्र त्याचा भाऊ विल्यम यानें निदर्शनास आणून दिली. जॉन हंटरचा एक शिष्य विल्यम ह्यूसन (१७३९-१७७४) यानें मासे व सर्प वगैरे सरपटणारे प्राणी यांच्या शरीरांतहि लसिकावाहिन्या असतात असा शोध लावून आपल्या गुरूच्या शोधांत भर घातली.

१७६७ मध्यें त्याला एक अपघात होऊन ' अकिलीझ ' नामक स्नायुपुच्छ-म्हणजे पोटरीचे स्नायू टांचेशीं जोडणारें एक मोठें स्नायुपुच्छ-तुटलें. या अपघातामध्यें केलेल्या सूक्ष्म निरीक्षणानें व नंतर कुत्र्यावर केलेल्या प्रयोगांच्या साह्यानें त्यानें पायांचा उपजत वांकडेपणा व स्नायुपुच्छासंबंधाचीं इतर वैगुण्यें शस्त्रक्रिया करून नीट दुरुस्त करण्याचे उपाय शोधून काढिले. १७७२ मध्यें ब्रॉम्प्टनमधील अर्लस्कोर्टमध्यें तो रहावयास गेला. तेथें त्यानें जनावरें, पक्षी, सरपटणारे प्राणी, किडे व मासे इत्यादिकांचा मोठा समुदाय जमविला. इंद्रियविज्ञान शास्त्रांतील व शस्त्रक्रियेंतील प्रयोग करण्यांत तो त्यांचा उपयोग करीत असे. या ठिकाणीं त्यानें असंख्य प्रयोग केले; धंदेवाईक वैद्यानें इतके प्रयोग केल्याचें दुसरें उदाहरण क्वचितच सांपडेल. हे प्रयोग विविध प्रकारचे होते. मधमाशा, गांधिलमाशा यांच्या संवयी पाहण्यापासून तों कुत्रे, चित्ते वगैरे पशूंवर मोठाले शस्त्रक्रियेचे प्रयोग करण्यापर्यंत सर्व अनुभव त्यानें घेतले. असें सांगतात कीं, अंड्यांची वाढ कशी होते ती प्रक्रिया नीट पाहण्याकरितांच केवळ त्यानें बदकांचा एक कळप पंधरा वर्षे सतत पाळला होता.

हंटरनें १७७२ मध्यें प्रथम व्याख्यानें देण्यास सुरुवात केली. त्याचीं कारणें दोन झालीं. एक तर अनेक वेळां त्याच्या लेखांतील चुकीचे उतारे प्रसिद्ध होऊं लागले; व दुसरें स्वतःचें ज्ञान कितपत भरीव आहे हें पाहण्याचाहि त्याचा इरादा होता. परंतु व्याख्यान देणें म्हणजे त्याला मोठें संकट वाटे, कारण त्याला आत्मविश्वास बिलकुल वाटत नव्हता; आणि भाषण प्रथम लिहून काढल्याशिवाय त्याला मुळींच बोलतां येत नसे. या बाबतींत दोघां भावांमध्यें विलक्षण फरक होता. कारण त्याचा भाऊ विल्यम उत्कृष्ट बोलणारा होता; तर जॉनचीं व्याख्यानें म्हणजे निवळ निबंधवाचन असे. आपला निबंध तो खालीं मान घालून जो एकदां वाचूं लागे, तो वाचन संपेपर्यंत वरसुद्धां बघत नसे. यामुळें, त्याचीं व्याख्यानें उत्तम माहितीनें भरलेलीं असलीं तरी कंटाळवाणीं होत. शिवाय वर्गांत विद्यार्थ्यांपुढें जाऊन बसण्याची सुद्धां त्याला इतकी भीति वाटत असे कीं, तें भयंकर दिव्य करण्याचें अवसान अंगीं आणण्याकरितां तो प्रथम अर्धा ड्राम अफूचा अर्क घेत असे. मोठमोठ्या धाडसाच्या प्राणघातक शस्त्रक्रिया करतांना काडीमात्र न डगमगणाऱ्या हंटरसारख्या निर्भय व धीट शस्त्रक्रियाकुशलांची पंचवीसतीस तरुण विद्यार्थ्यांच्या वर्गांत जाऊन बोलतांना भीतीनें गाळण उडून फें फें व्हावी, असल्या प्रकारच्या मानसिक दौर्बल्यदोषाला नांव तरी काय द्यावें हें समजणें खरोखर कठिण आहे. तथापि मोठमोठ्या धाडसी शस्त्रक्रियापटु लोकांत असल्या प्रकारचे इसम आढळतात हें मात्र खोटें नाहीं.

धमनिजग्रंथीची शस्त्रक्रिया.—जे लोक आज अजाणपणानें किंवा जाणूनबुजून, जिवंत प्राण्यांवर वेदनाविहीन शस्त्रक्रियेचे प्रयोग करण्याच्या

प्रचलित पद्धतीविरुद्ध उपदेश करणारे आहेत, त्यांनीं हंटरसंबंधीं ही एक गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे कीं, शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतिप्रीत्यर्थ फक्त एकच हरीण बळी देऊन त्यानें हजारों मनुष्य प्राण्यांचे जीव वांचविण्याच्या व हजारों माणसांचे विनाकारण शस्त्रक्रियेनें होत असलेलें अंगच्छेदन टाळण्याच्या साधनांचा शोध लावून इंद्रियविज्ञानशास्त्रांत अत्यंत उपयुक्त भर घातलेली आहे. हा शोध म्हणजे 'शाखाभिमार्गी रुधिराभिसरणासंबंधाचा' होय. या व इतर शोधांच्या साहाय्यानें हंटरनें धमन्यांवर उत्पन्न होणाऱ्या ग्रंथी शस्त्रक्रियेनें बऱ्या करण्याची युक्ति काढली. अगदीं सोप्या भाषेत सांगावयाचें म्हणजे असें कीं, शरीराच्या प्रत्येक अवयवाला किंवा स्नायूला रक्त पुरविणारी एक मोठी धमनी असते. त्या मुख्य धमनींतून तिच्या शाखांनां व त्यांतून सूक्ष्मवाहिन्यांनां रक्ताचा पुरवठा होत असतो. आतां ही मुख्य धमनी तोडून टाकल्यास त्या अवयवाला रक्ताचा पुरवठा बिलकुल होणार नाहीं असें साहजिक वाटतें; आणि हंटरच्या काळापर्यंत सर्व इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांचा समज असाच होता. परंतु नेमलेल्या मुख्य धमनींतून रक्त येण्याचें बंद झाल्यास ती उणीव भरून काढण्यासाठीं निसर्गानें दुसरी एक योजना केली आहे. ती अशी कीं, एका मुख्य धमनीच्या शाखा दुसऱ्या एखाद्या धमनीच्या शाखांनां जोडलेल्या असतात. शरीर पूर्णपणें शाबूत स्थितींत असतें त्या वेळीं सर्व धमन्या आपआपल्या ठराविक अवयवांनां रक्ताचा पुरवठा करीत असतात, व त्यांच्या एकमेकांनां जोडलेल्या शाखाहि आपआपलें ठराविक काम करतात. परंतु कोणत्याहि कारणानें एखाद्या मुख्य धमनींतून होणारा रक्तप्रवाह बंद झाला तर तावडतोब एक चमत्कारिक प्रकार घडून येतो. सदरहू धमनीच्या शाखा तावडतोब आकारानें मोठाल्या होऊं लागून शेजारच्या मुख्य धमनींतून जरूर लागणारा तो रक्ताचा पुरवठा करून घेऊं लागतात. त्या शाखा इतक्या मोठ्या होतात कीं, शेवटीं त्यांतून येणारें रक्त त्या अवयवाच्या पोषणाला पुरूं लागतें, व मग तो अवयव मूळच्या बंद पडलेल्या धमनीवर मुळींच अवलंबून न राहतां वरील शाखांच्या द्वारें रुधिराभिसरणाचें काम उत्तम तऱ्हेनें भागवून घेऊं शकतो. या क्रियेलाच 'शाखाभिमार्गी रुधिराभिसरण' असें म्हणतात. या शाखाभिमार्गी रुधिराभिसरणाची पूर्ण माहिती होणें ही शस्त्रक्रियेच्या ज्ञानांतील एक अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट आहे. या प्रकारच्या रुधिराभिसरणाचा शोध लागण्यापूर्वी शस्त्रक्रियापंडितांचा असा समज असे कीं, एखाद्या हाताची किंवा पायाची मुख्य धमनी निकामी झाल्यास तो हात किंवा पाय तोडून टाकणेंच जरूर आहे. कारण तत्संबंधीं धमनी फुकट गेल्यामुळें रक्ताचा पुरवठा बंद पडून तो अवयव मृत होणार, म्हणून तो तोडून टाकला पाहिजे. याप्रमाणें सबंध अवयवाच्या नाशासंबंधाचा हा महत्त्वाचा प्रश्न हंटरनें केवळ एका हरिणावर प्रयोग करून अत्यंत समाधानकारक रीतीनें सोडविला; आणि या शोधाचा त्यानें आपल्या धंद्यांतील व्यवहारचातुर्याच्या बळावर दुसऱ्याहि कित्येक शस्त्रक्रियेच्या रोगांवर उपयोग करून वैद्यकीच्या सदरहू अंगांत अत्यंत उपयुक्त व अत्यंत क्रांतिकारक अशी भर घातली.

हा इतका बहुपरिणामी शोध हंटरनें हरिणांचीं शिंगें इतकीं मोठमोठीं कोणत्या कारणानें वाढतात यासंबंधानें संशोधन करीत असतां लाविला. या शिंगांच्या वाढीवर मानेच्या दोन बाजूंवरील धमन्यांतल्या रक्तप्रवाहाचा काय परिणाम होत असतो हें पाहण्याकरितां, अथवा तो होणारा रक्ताचा मुख्य पुरवठा बंद केल्यास काय परिणाम होतो तें पाहण्याकरतां हंटरनें रिचमंड पार्कमधील एक हरिण पकडून बांधून ठेविलें, आणि त्याच्या डोक्याला रक्ताचा पुरवठा करणाऱ्या दोन मुख्य धमन्यांपैकीं एकींतला रक्तप्रवाह घट्ट पट्टी बांधून बंद केला. त्यानंतर थोडक्याच वेळांत बंद केलेल्या धमनीच्या बाजूचें शिंग हाताला गार लागूं लागल्याचें त्याला आढळलें. उष्णता पुरविणारें रक्त बंद पडल्यामुळें तो परिणाम झाला हें उघड असल्यामुळें अर्थात् हंटरला आश्चर्य वाटण्यासारखें त्यांत कांहींच नव्हतें. परंतु थोड्या दिवसांनीं त्याला असा चमत्कार दिसून आला कीं, तेंच शिंग पुन्हां हाताला उष्ण लागूं लागलें, इतकेंच नव्हे तर तें आकारानें वाढूंहि लागलें. तेव्हां तें कोडें मात्र त्याला उलगडेना. बांधलेली पट्टीच बरोबर बसली नसावी अशी त्याला एक शंका आली. म्हणून त्यानें तें हरिण ठार मारून तपासून पाहिलें. तेव्हां त्याला असें आढळलें कीं, पट्टी पक्की असून त्या धमनींतून होणारा रक्तप्रवाह पूर्ण बंद पडला होता; पण त्याच धमनीच्या शाखा मोठ्या होऊन दुसऱ्याच मार्गानें सदरहू शिंगाला रक्ताचा पुरवठा करीत होत्या.

या शोधाचा प्रत्यक्ष व्यवहारांत उपयोग करण्याचा प्रसंग हंटरला लवकरच आला. गुडघ्याच्या मागील खळगींतल्या धमनीवर ग्रंथी झालेला एक रोगी त्याच्याकडे आला. धमनिजग्रंथीवरील शस्त्रक्रियेचे त्या वेळेपर्यंतचे बहुतेक सर्व प्रयोग प्राणघातकच झालेले होते. धमनीवर उत्पन्न झालेली ग्रंथी कित्येक वेळां फारच मोठी वाढते व ती फुटली म्हणजे रोगी मरतो. परंतु जर कांहीं उपायानें त्या ग्रंथींतील रक्त कांहीं थोडे तास निश्चल ठेवतां आलें तर तें गोठून त्याची बनलेली गांठ बारीक होत होत बरी होऊन रोगी पूर्णपणें निभावतो. परंतु हृदयांतला रक्ताचा प्रवाह सर्व धमन्यांतून सतत सारखा वाहत असल्यामुळें तो बंद ठेवणें सोपें नाहीं. हंटरच्या वेळेपर्यंत प्रवाह तसा बंद ठेवणें अशक्यच वाटत असल्यामुळें कित्येक शस्त्रक्रियापंडित ग्रंथी झालेला अवयवच साफ तोडून टाकण्याचा सल्ला देत असत, तर दुसरे कित्येक तेवढी ग्रंथी कापून टाकून तिच्या वरचा व खालचा धमनीचा भाग पट्टीनें बांधून बंद करण्याचा प्रयत्न करीत. परंतु यांपैकीं पहिल्या उपायानें रोगी एक अवयव नष्ट झाल्यानें कायमचा विकलांग होई; आणि दुसरा

उपाय बहुधा प्राणघातकच होण्याचा संभव असे. अशा स्थितींत हंटरनें स्वतःच्या शाखाभिमार्गी रुधिराभिसरणाच्या शोधावर विचार करून व एका धमनींतला रक्तप्रवाह बंद पडून दुसरींतला पूर्णपणें अवयवाला पोहोंचू लागण्यास किती काळ लागतो हें बरोबर लक्षांत घेऊन असा सिद्धान्त काढला कीं, ग्रंथीच्यावर धमनीला पट्टी बांधून हृदयांतून सतत चालू असलेला रक्तप्रवाह बंद केल्यास दुसऱ्या धमनींतील रक्त शाखाद्वारा तेथें येऊन पोहचूं लागण्याच्या पूर्वीच त्या ग्रंथींतील रक्त गोठून त्याची कठिण गांठ बनूं शकेल. त्याच्याकडे आलेल्या रोग्याच्या गुडघ्यामागील धमनीवर ग्रंथी झालेली होती. म्हणून हंटरनें त्या रोग्याच्या मांडीला ग्रंथीच्या जागेपासून वर थोडक्या अंतरावर पट्टी बांधली. अशा रीतीनें केलेली शस्त्रक्रिया पूर्ण यशस्वी होऊन, तो रोगी सहा आठवड्यांच्या अवधींत पूर्ण बरा होऊन कोणताहि अवयव न गमावतां घरीं परत गेला. हा इतका साधा व इतका यशस्वी झालेला शस्त्रप्रयोग पाहून यूरोपमधील सर्व शास्त्रज्ञांचें तिकडे लक्ष वेधलें. या एकाच प्रयोगानें देखील हंटरचें नांव जगांत अजरामर होऊन राहिलें असतें. कारण धमनिज ग्रंथीवरील शस्त्रप्रयोगाला तेव्हांपासून 'हंटेरियन' शस्त्रप्रयोग असें नांव पडलें आहे. तथापि हंटरच्या पूर्वी बरींच वर्षे डॉमिनिक ॲनेल (जन्म १६७९) यानें असला प्रयोग केला असल्याबद्दल खात्रीलायक माहिती मिळाली आहे. पण हंटरला ॲनेलच्या प्रयोगाची वार्ताहि नव्हती असें दिसतें. त्यानें सदरहू शस्त्रप्रयोगाची कल्पना अगदीं स्वतंत्रपणें आपल्या डोक्यांतून काढली, असेंच म्हणावें लागतें. शिवाय ॲनेलच्या पद्धतीपेक्षां हंटरची शस्त्रप्रयोगपद्धति निःसंशय अधिक चांगली आहे. ॲनेलला कल्पना अगोदर सुचल्याबद्दल मान दिला पाहिजे हें खरें आहे; तरीहि या कल्पनेचा फैलाव सर्वत्र करण्याचें श्रेय मात्र हंटरलाच देणें अवश्य आहे.

हंटरनें केलेली महत्त्वाची कामगिरी इंग्लंडमध्यें तसेंच यूरोपमध्यें फार पसंत पडून त्याच्यावर मानांचा व पदव्यांचा वर्षाव झाला. शिवाय त्याला मोठाल्या मानाच्या व जबाबदारीच्या जागाहि मिळाल्या. १७७६ मध्यें त्याला राजाचा जादा शस्त्रवैद्य नेमण्यांत आलें. इ. स. १७८० मध्यें त्याला रॉयल सोसायटी ऑफ मेडिसिन आणि पॅरिस येथील रॉयल अकॅडेमी ऑफ सर्जरि यांचा सभासद निवडण्यांत आलें. १७८६ मध्यें तो सैन्यामधला डेप्युटी सर्जन-जनरल झाला. आणि १७९० मध्यें त्याची सर्जन-जनरल व दवाखान्यांचा इन्स्पेक्टर-जनरल या जागांवर नेमणूक झाली. या सर्व जागांवर असतांना त्यानें आपलें काम फार उत्तम रीतीनें बजावलें. याप्रमाणें मोठेमोठ्या हुद्द्यांवर कामें करीत असतां व सतत अधिकाधिक ज्ञानार्जन चालूं असतां तो १७९३ च्या आक्टोबरमध्यें आपल्या कांहीं व्यवसायबंधूंपुढें भाषण करीत असतां एकाएकी घेरी येऊन पडला व जवळ असलेल्या त्याच्या एका व्यवसाय बंधूच्या बाहूंतच त्याचें तेथल्या तेथें प्राणोत्क्रमण झालें.

लॅझ्झॅरो स्पॅलॅन्झेनी.—हंटर या इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञाला त्याच्या समकालीन लॅझ्झॅरो स्पॅलॅन्झेनी (१७२९-१७९९) नांवाचा इटालियन हा बडा प्रतिस्पर्धी होता. त्याला पूर्ववयांत मिळालेलें शिक्षण शास्त्रीय विषयाचें नव्हतें किंवा वैद्यकीचेंहि नव्हतें. प्रथम त्यानें भाषा व तत्त्वज्ञान यांचा अभ्यास केला होता. नंतर कायद्याचा अभ्यास केला, अखेर धंदा धर्मोपदेशकाचा पतकरला. तथापि त्याला सृष्टींतील व्यापारांचें बारकाईनें निरीक्षण करण्याची संवय होती; व त्याचा स्वभाव जात्याच चौकस व संशोधनप्रिय होता; त्यामुळें हल्लीं त्याची प्रसिद्धि आहे ती त्याच्या जीवशास्त्रांतील शोधांबद्दल व केलेल्या संशोधनाबद्दल आहे. त्या वेळीं सजीव प्राणी व वनस्पति यांच्या उत्पत्तीविषयीं वाद माजलेला होता. नीडहॅम व बफन यांचा सिद्धांत असा होता कीं, प्राणी किंवा वनस्पती आपोआप उत्पन्न होतात, म्हणजे त्या सहज उत्पन्न झालेल्या आहेत. हा सहजोत्पत्तीचा सिद्धांत खोटा असल्याचें स्पॅलॅन्झेनीनें सिद्ध केलें. नीडहॅमनें व त्याच्या वेळच्या इतर शास्त्रज्ञांनीं केलेल्या प्रयोगांवरून असें दिसून आलें होतें कीं, पाण्यामध्यें प्राणी किंवा वनस्पति कांहीं काळ टाकून ठेविल्यास त्या पाण्यांत कांहीं वेळानें अनेक सूक्ष्म जंतु उत्पन्न झालेले दिसतात. यावरून असें म्हणावें लागतें कीं, मूळच्या पाण्यांत, किंवा वनस्पतींत किंवा प्राण्यांमध्यें त्या सूक्ष्म जंतूंचें मूळ बीज असलें पाहिजे. हा एक पक्ष झाला. दुसरा पक्ष असा कीं, त्या मिश्रणांत ते जंतू आपोआप म्हणजे सहज निर्माण झाले पाहिजेत. त्या वेळीं ही एक गोष्ट सर्वमान्य होती कीं, पाण्याला उकळलें म्हणजे त्यांतील सर्व जीवजंतू मरून जातात. यावरून नीडहॅम यानें असें प्रतिपादन केलें कीं, एखादी वनस्पति किंवा मांसाचा तुकडा घेऊन त्याला चांगली उष्णता लावली व त्यानंतर तें पाण्यांत टाकून त्या पाण्याला उकळी आणली आणि नंतर तें मिश्रण निर्वात केलेल्या बाटल्यांत बंदोबस्तानें ठेविलें आणि अशा तजविजीनें बंदोबस्तांत ठेवलेल्या मिश्रणांतहि जर जंतू उत्पन्न झाले, तर मग अर्थात् जीवोत्पत्ति सहज होते असा सिद्धांत मान्य केला पाहिजे. या प्रतिपादनानुसार नीडहॅमनें अनेक वेळीं प्रयोग करून पाहिले, व त्या प्रयोगांच्या वेळीं त्याला एकच गोष्ट आढळून आली; ती ही कीं त्या पाण्यांत कांहीं दिवसांनीं असंख्य जंतू उत्पन्न होतात. यावरून नीडहॅमचा सहजोत्पत्तीचा सिद्धान्त निःसंशय प्रस्थापित झाल्यासारखा झाला.

परंतु या प्रयोगांत कांहीं चुका होत असल्याचा संशय स्पॅलॅन्झेनीला आला. त्या चुका अशा प्रकारच्या कीं, एक तर बाटलींतील मिश्रणास सर्व जीवांचा नाश होईल इतकी भरपूर उष्णता लावली नसेल; किंवा बाटली बंद करतांना हवा बिलकुल शिरणार नाहीं अशी व्यवस्था झालेली नसेल. या दोन्ही चुकांचा यत्किंचितहि संभव राहूं नये म्हणून स्पॅलॅन्झेनीनें प्रथम तें मिश्रण घातलेल्या बाटल्या उत्तम सीलबंद केल्या;

व नंतर त्यांनां उष्णता लावून प्राउणतास पर्यंत उकळत ठेविलें. याप्रमाणें जेव्हां प्रयोग केला, तेव्हां त्या मिश्रणांत मुळींच जंतू उत्पन्न झाले नाहींत. या प्रयोगामुळें नीडहॅमचा सिद्धांत पूर्णपणें ढांसळून पडला. या सहजोत्पत्तीसंबंधाच्या प्रयोगाबरोबरच वरिष्ठ कोटींतील जीवांच्या उत्पत्तीसंबंधानेंहि स्पॅलॅन्झेनीनें अवलोकन व प्रयोग चालविले होते. त्यानें बेडूक, कांसवें व कुत्रे यांवर प्रयोग केले; आणि स्त्रीबीज आणि पुरुषबीज यांचीं कार्यें काय असतात तें ठरविलें. परंतु गर्भधारणेचें कार्य पुरुषबीजाइतकेंच त्याच्या भोंवतालचा रसमय अंशहि करीत असतो असें मानण्यांत त्याची चूक झाली होती. ही चूक चाळीस वर्षांनीं (१८२४) ड्यूमासनें दुरुस्त केली.

पचनक्रियेविषयींची रासायनिक उपपत्ति.—स्पॅलॅन्झेनीच्या अत्यंत महत्त्वाच्या शोधांपैकीं पोटांतील पचनक्रिया हें रासायनिक कार्यच आहे हा एक शोध आहे. रेने रोमर यानें पूर्वी जें सिद्ध करण्याचा प्रयत्न केला होता तें स्पॅलॅन्झेनीनें सिद्ध केलें व असें दाखविलें कीं, पचनक्रिया ही इतर रासायनिक क्रियेप्रमाणें पोटाच्या बाहेरहि होण्यासारखी आहे. पचनक्रियेंत पोटाचा उपयोग दळण्याच्या जात्यासारखा होत असतो, किंवा पोट म्हणजे केवळ अन्न सांठविण्याचें कोठार आहे, यासंबंधानें रोमरनें नक्की निकाल लावून तो वाद मिटविला होता. रोमरनें निर्विवाद असें सिद्ध केलें होतें कीं, पोटांतील अन्नावर पोटाच्या सर्पगतितुल्य चलनवलनाचा परिणाम विलकुल होऊं न देतां पचनक्रियेला अवश्य लागणारा तेवढा जाठररस फक्त पुरविला तरी सुद्धां पोटांतील पचनक्रिया उत्तम तऱ्हेनें होऊं शकते. हें सिद्ध करण्याकरितां त्यानें अन्नच नळ्यांत भरून त्या अन्नाशयांत घातल्या. तेव्हां अन्नावर पोटांतील चलनाचा कांहींएक परिणाम होत नसतां जाठररस त्यास पोहोंचल्यामुळें अन्नपचन उत्तम झाल्याचें आढळून आलें. हा प्रयोग यशस्वी झाल्यावर अन्नपचन पोटांत होतें त्याप्रमाणेंच बाहेरहि होऊं शकेल असें सिद्ध करण्याचा त्यानें प्रयत्न केला. त्या प्रयोगाकरितां त्यानें जाठररस जमा करून एका भांड्यामध्यें तो व पचनास योग्य असे कुटलेले धान्याचे दाणे किंवा मांस घातलें, आणि त्या मिश्रणाला कित्येक तासपर्यंत पोटांत असते इतकी उष्णता लावली.

अशा तऱ्हेचे अनेक प्रयोग केल्यानंतर रोमरनें 'अन्नपचनाची क्रिया पोटाबाहेर होत असतां जाठररसाचा उपयोग पचनक्रियेच्या कामीं पाणी, दूध किंवा इतर कोणताहि द्रव पदार्थ यापेक्षां अधिक होत नाहीं' असा सिद्धांत काढला [एसेज ऑन डायजेशन, जेम्स कार्सन्, लंडन, १८३४]. परंतु वास्तविक गोष्ट याच्या अगदीं उलट आहे. इतकी साधी गोष्ट त्याच्या प्रयोगांनीं सिद्ध होऊं नये याबद्दल आश्चर्य वाटतें. स्पॅलॅन्झेनी यास मात्र वरील सिद्धान्त हेंच अंतिम सत्य असेल असें वाटेना; म्हणून त्यानें रोमरचेच प्रयोग पुढें चालविले. त्यानें नळ्यांत अन्न भरून त्या सीलबंद केल्या, व त्यांनां जरूर तेवढी उष्णता देऊन तेवढ्यानें जाठररसमिश्रित अन्नाची पचनक्रिया इतर रासायनिक क्रियांप्रमाणें पोटाबाहेरहि नीट तऱ्हेनें चालूं शकते असें निर्विवाद सिद्ध केलें. परंतु या त्याच्या सिद्धान्ताला तत्कालीन अनेक इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनीं विरोध केला, त्यांत जॉन हंटर हाहि एक होता. तथापि स्पॅलॅन्झेनीचा सिद्धांत कोणासहि खोडून काढतां आला नाहीं; इतकेंच नव्हे तर पुढें कित्येक वर्षांनीं खुद्द हंटरनें, मरणोत्तर जाठररसाचा पोटावर काय परिणाम होतो याचें अवलोकन करून स्पॅलॅन्झेनीच्या सिद्धान्ताचें यथार्थत्व पूर्णपणें सिद्ध केलें.

तथापि स्पॅलॅन्झेनी व हंटर यांचे जाठररसक्रियाविषयक सिद्धान्त तत्काल सर्वमान्य झाले नाहींत, ही गोष्ट १८३४ मध्यें एका विद्वान् वैद्यानें लिहिलेल्या निबंधावरून स्पष्ट दिसतें. स्पॅलॅन्झेनीच्या कित्येक विधानांसंबंधानें तो लिहितो.—"कित्येक प्रयोगांत जाठररसांत मिसळलेल्या मांसाला किंवा धान्यकणांनां शरीरांत असते तितकीच उष्णता मिळावी म्हणून त्या नळ्या त्यानें खांकेमध्यें धरल्या होत्या; परंतु जाठररसाचा परिणाम काय होत असतो हें ठरविण्याचा हा योग्य मार्ग नव्हे. जीवनक्रियेचा अन्नपचनाच्या क्रियेवर होणारा परिणाम या प्रयोगांतहि होऊं शकतो; कारण खांकेखालीं धरलेले पदार्थ, सजीव प्राण्यापासून अगदीं अलग ठेविलेल्या पदार्थांपेक्षां निराळ्या परिस्थितींत असतात हें उघड आहे." या लेखकानें असें म्हटलें आहे कीं "रोमर, मूर व स्पॅलॅन्झेनी यांच्या प्रयोगांवरून अन्नपचनाच्या कार्यांत जाठररसाचा नुसतें पाणी किंवा दुसरा एखादा द्रवपदार्थ यांच्यापेक्षां कांहीं निराळा विशिष्ट परिणाम होत असतो असें विधान करण्यास पुरावा मिळत नाहीं, सदरहू लेखक हा सिद्धान्त कसा काढूं शकतो हें समजणें कठिण आहे.

पचनक्रियेसंबंधाच्या सिद्धान्ताला पूर्णावस्थेप्रत नेण्याचें उरलेलें कार्य जॉन हंटरनें केलें. हंटरनें प्रथम स्पॅलॅन्झेनीच्या सदरहू सिद्धान्ताला विरोध केला होता हें वर सांगितलें आहेच. तथापि तो अखेर या रासायनिकक्रियासादृश्यविषयक अन्नपचनाच्या सिद्धान्ताचाच कट्टा पुरस्कर्ता बनला. हंटरनें स्पॅलॅन्झेनीचेच प्रयोग पुढें चालू ठेविले, व मरणोत्तर जाठररसाचे परिमाण शरिराच्या अन्तर्भागावर काय होतात तें दाखविलें. जिवंतपणीं पोटांतील आंतड्यामध्यें कोणताहि विकार झालेला नसतां मरणोत्तर पोटाला व्रण किंवा जखमा झाल्याचें आढळून आल्यामुळें पुष्कळ शारीरशास्त्रज्ञांनां मोठें कोडें उत्पन्न झालें होतें. या कोड्याचा उलगडा हंटरनें बरोबर केला. तो असा कीं, सदरहू जखमा जाठररसाचा पोटांतील आंतड्यावर परिणाम झाल्यानें होतात. जिवंतपणीं जाठररसाची रासायनिकशक्ति अन्न पचविण्यांत खर्च होते. मरणोत्तरहि त्याचें

तें रासायनिक कार्य तसेंच चालू राहतें, व अन्नाच्या अभावी पोटांतील आंतडीं पचविलीं जाऊं लागून त्यांनां जखमा होतात. हंटरनें आपल्या इतर शोधांप्रमाणें या शोधाचाहि उपयोग व्यवहारांतील पचनक्रियेसंबंधाच्या कित्येक गोष्टींचा उलगडा करण्याकडे केला.

हंटरनें रॉयल सोसायटीचा प्रेसिडेंट असतां, सर जॉन प्रिंगल यांच्या इच्छेस मान देऊन, मरणोत्तर पोटांतील आंतडीं जाठररसानें कशीं पचविलीं जातात यासंबंधाची हकीकत लिहून ठेविलेली आहे. ती येणेंप्रमाणें " मीं प्रिंगल यांच्या समक्ष त्यांच्याच एका रोग्याचें पोट जखम झालेल्या ठिकाणीं फाडलें. त्या जखमेचें प्रिंगल यांस फार आश्चर्य वाटत होतें, कारण जिवंतपणीं त्या रोग्याच्या पोटांत कांहीं रोग झालेला असावा असें दर्शविणारीं कांहींच चिन्हें दिसत नसल्यामुळें त्या जखमेचें कारण प्रिंगल यांस कांहींच समजेना. तेव्हां त्या प्रसंगीं माझी त्या जखमेच्या कारणासंबंधीं जी कल्पना होती ती मीं त्यांस सांगितली. मीं पचनक्रियेसंबंधाचें प्रयोग करीत असल्याचें, व या जखमा ह्या जाठररसाच्या अंगीं पचनक्रिया करण्याची विशिष्ट शक्ति असल्याचा पुरावा असल्याचें सांगितलें... सृष्टीमध्यें अशा पुष्कळ नैसर्गिक शक्ती आहेत: कीं प्राण्याच्या शरीरावर होणाऱ्या त्यांच्या परिणामाचा प्रतिकार प्राण्यांतल्या चैतन्य नामक तत्वाला करतां येत नाहीं; उदा० यांत्रिक शक्ति व अत्यंत तीव्र अशीं विद्रावक रासायनिक द्रव्यें. तथापि ही चैतन्यशक्ति पचनक्रियेच्या, आंवण्याच्या क्रियेच्या व इतर कित्येक क्रियांच्या शक्तींनां प्रतिरोध करूं शकते. या क्रिया शरिरांतलें चैतन्य नष्ट होतांच त्या मृत भागाला सडविण्यास कारणीभूत होतात.

हंटरनें आपल्या निबंधाच्या शेवटीं पुढील मजकूर लिहिलेला आहे. " या दिसणाऱ्या परिणामावरून पचनक्रियेंतील तत्त्वावर बराच प्रकाश पडतो; व पचनक्रिया म्हणजे यांत्रिक शक्ति, किंवा पचनेंद्रियांचें आकुंचन, किंवा उष्णता, यांपैकीं कोणत्याहि कारणामुळें होत नसून ती क्रिया पचनेंद्रियाच्या पोकळींत येऊन पडणाऱ्या एका विशिष्ट प्रकारच्या द्रव्यामुळें (जाठररसामुळें) होत असते. हें द्रव्य अन्नाचें पचन करून त्याला रक्ताचें स्वरूप प्राप्त करून देतें. या रसांतील पचनशक्ति कांहीं ठराविक पदार्थांवरच, विशेषतः वनस्पति व प्राणिकोटींतील पदार्थांवरच कार्य करूं शकते. आणि हा रस जरी पोटाबाहेरहि पचनक्रियेचें कार्य करूं शकतो, तरी एकसारखा अन्नाला पुरविला जाण्याचें कार्य पोटांतच होऊं शकतें.

श्वसनक्रिया.—सस्तन प्राण्यांच्या पोटांतील अन्न पोटांतील अत्यंत बारीक आंतड्यांच्या संघर्षणानें चिरडून जाऊन पचविलें जाणें शक्य नाहीं ही गोष्ट मागील पिढींतील लोकांस प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं सिद्ध करून दाखववी लागली. यावरून त्या पिढीचें यंत्रप्रेरणाशास्त्रासंबंधीं ज्ञान किती अपरिपक्व दशेंत होतें हें स्पष्ट दिसतें. हंटरच्या वेळीं शास्त्रज्ञांनीं पचनक्रियेसंबंधाची शास्त्रीय उपपत्ति लावून तो प्रश्न कायमचा निकालांत काढला. आणि त्याच वेळेस पचनक्रियेइतकीच शरीरांतील दुसरी महत्त्वाची जी श्वसनक्रिया तिचीहि उपपत्ति बरोबर शोधून काढली. ह्या कार्याला रसायनशास्त्रांतील नव्या शोधांचें फार साह्य झालें. १७ व्या शतकांतच मेयो नामक अत्यंत कल्पक शास्त्रज्ञानें फुप्फुसांचें यथार्थ कार्य काय तें अंदाजानें बहुतेक निश्चित सांगितलें होतें; परंतु दुर्दैवानें त्याच्या लिहिण्याकडे बरेच दिवस सर्वांचें दुर्लक्ष झालें. बोअरहॅव्ह या बड्या शास्त्रज्ञाचें असें मत पडलें कीं, फुप्फुसांचा उपयोग फक्त रुधिराभिसरणाच्या कार्याला मदत करण्यापुरताच होत असतो. बोअरहॅव्हचा शिष्य हॅलर याचें अखेरपर्यंत असें मत होतें कीं, त्याचा प्राण्यांनां मुख्य उपयोग तोंडातून निघणारा आवाज उत्पन्न करण्याकडे होतो. तात्पर्य, हवा हेंच एक मूलद्रव्य आहे हा समज कायम होता तोंपर्यंत फुप्फुसांच्या कार्यासंबंधाचें गूढ उकलणें ही गोष्ट अर्थात् अत्यंत बुद्धिमान् माणसालाहि अशक्य होती. परंतु प्राणवायूच्या शोधानें वरील कोड्याची किल्ली हातीं आली, आणि सर्व शास्त्रज्ञ फुप्फुसांतून बाहेर पडणारी हवा कोणत्या प्रकारची असते हें पाहूं लागले; हे प्रयोग करणारांत नेहमींप्रमाणें डॉ. प्रीस्टले हा सर्वांच्या अघाडीस होता. १७७७ मध्यें त्याचे प्राथमिक प्रयोग सुरु झाले, व पहिल्या प्रयोगापासूनच त्याच्या पुढील प्रश्न सुटल्यासारखा झाला होता. श्रील, लाव्हाझिए, स्पॅलॅन्झेनी व डेव्ही यांनीं डॉ. प्रीस्टलेच्या निर्णयासच पुष्टि दिली. या सर्वांच्या प्रयत्नांनीं असें नक्की ठरलें कीं, श्वासाबरोबर बाहेरील हवा आंत फुप्फुसांत गेल्यावर तेथील धातूंवर तिची रासायनिक क्रिया घडत असते; तींत हवेंतला प्राणवायु नाहींसा होऊन तिच्यांत कर्बाम्लक वायूची भर पडते; तसेंच शरीरांतील रक्ताचा या हवेशीं संबंध घडून काळें रक्त शुद्ध तांबडें बनतें. एवढ्या मुख्य गोष्टींबद्दल प्रथमपासून सर्व शास्त्रज्ञांची एकवाक्यता होती. पण सदरहू फेरबदल करणारी रासायनिक क्रिया कोणत्या प्रकारची असते, म्हणजे प्राणवायू रक्तांत मिसळतो कीं अशुद्ध रक्तांतून बाहेर पडणाऱ्या कर्बामध्यें तो मिसळतो, यासंबंधानें मात्र बराच काळ वाद चालू होता.

वरील वाद माजविण्यास या वादांतील प्रमुख शास्त्रज्ञांचे रसायनशास्त्रांतील कित्येक न उलगडेल्या मुद्यासंबंधाचे समज कारण झाले होते. उदाहरणार्थ, लाव्हाझीएचें मत ऑक्सिजन वायू हा प्राणवायू धातु व उष्णता नामक मूलद्रव्य यांचा बनलेला असतो, असें होतें. डॉ. प्रीस्टलेचें असें मत होतें कीं, तो धनविद्युत् व फ्लॉजिस्टन यांच्या संयोगानें झालेला असतो; आणि सदरहू वादांत जरा मागाहून पडलेला जो हम्फ्रे डेव्ही तो प्राण हा प्राणवायु व प्रकाश यांचा झालेला संयुक्त पदार्थ आहे असें मानीत असे. असल्या चुकीच्या

समजुतींमुळें वरील वाद फार गुंतागुंतीचा झाला; व श्वसनक्रियेंतील रासायनिक क्रियेसंबंधीं पूर्ण उलगडा होणें कालावधीवर पडून, या क्रियेंतील महत्त्वाचें रासायनिक कार्य फुप्फुसांत होत नसून अगदीं शेवटल्या शरीरघटकांत होतें ही गोष्ट मान्य होण्यास बराच काळ लागला. १८ व्या शतकांत या गोष्टींचा उलगडा लागला नाहीं. तरी, श्वसनक्रियेंतील मुख्य मुख्य गोष्टींची उपपत्ति बरोबर ठरली. याशिवाय दुसरीहि फार मोठ्या महत्त्वाची गोष्ट सिद्ध झाली ती ही कीं, श्वसनक्रिया ही फुप्फुस असलेल्या प्राण्यांच्याच जीवनास अवश्य असते असें नाहीं, तर मासे, किडे व वनस्पती यांनांसुद्धां-किंबहुना प्रत्येक सजीव पदार्थाला – श्वसनक्रियासदृश एक प्रकारची क्रिया करावी लागत असते.

इरॅस्मस डार्विन व वनस्पतिविषयक इंद्रियविज्ञान.—वनस्पतीमध्यें चालू असलेल्या श्वसनक्रियेसंबंधानें कांहीं प्रयोग १८ व्या शतकाच्या अखेरीस इरॅस्मस डार्विननें केले, त्यासंबंधानें माहिती त्यानें आपल्या बोटॅनिक गार्डन नामक पुस्तकांत प्रसिद्ध केली. त्यांतील महत्त्वाचा उतारा खालीं देतों.

"वनस्पतींनां पानांचा उपयोग काय होतो, यासंबंधानें अनेक मतें आहेत. कित्येक म्हणतात कीं, पानें वनस्पतींचीं श्वासोच्छ्वास करण्याचीं इंद्रियें आहेत. परंतु डॉ. हेल्सनें केलेल्या प्रयोगावरून हें म्हणणें बरोबर नाहीं असें वाटतें. हेल्सनें झाडांच्या फळें असलेल्या फांद्या तोडून घेतल्या व त्यांवरील फळें कायम ठेवून पानें काढून टाकिलीं. तेव्हां दोन पानांच्या आकाराइतकें एक फळ दोन पानांइतकीच हवा बाहेर टाकतें असें त्याला आढळलें. या प्रयोगावरून पानांप्रमाणेंच फळेंहि श्वासोच्छ्वासाचीं इंद्रियें आहेत, असें म्हणावें लागतें. दुसरे कित्येक म्हणतात कीं, पानें हीं झाडांमधील मलसदृश असलेले रस बाहेर टाकण्याचीं इंद्रियें आहेत. परंतु ज्या अर्थी झाडांतून बाहेर पडलेल्या वायूला कोणतीच रुचि नसते, आणि विशिष्ट प्रकारचें हवामान असतां झाडें उच्छ्वसनमुळींच करीत नाहींत त्या अर्थी हें दुसरें म्हणणेंहि खरें मानतां येत नाहीं. फुप्फुसांच्या आंतील पृष्ठभाग शरीराच्या सर्व बाह्य भागांइतका, म्हणजे सुमारें १५ चौरस फूट असतो. या ठिकाणींच रक्तावर श्वासाबरोबर आंत आलेल्या हवेचा परिणाम होत असतो, व त्यामुळें रक्ताचा काळसर तांबडा रंग जाऊन त्याला चांगला शेंदरी रंग येतो, व रक्तामध्यें जीवनाला अवश्य असलेलें द्रव्य मिसळतें. या क्रियेवांचून आपणांस एक मिनिटहि जिवंत राहणें शक्य नाहीं. वनस्पतींचीं पानें व प्राण्यांचीं फुप्फुसें यांत इतकें साम्य आहे कीं, वनस्पतीहि प्राण्यांप्रमाणेंच श्वासोच्छ्वास करतात असें म्हणणें भाग आहे. झाडाचें खोड व फांद्या यांच्याशीं तुलना करतां त्यांचीं पानें हेंच झाडांतील रसांवर हवेचें कार्य घडवून आणण्यास उत्तम साधन आहे असें स्पष्ट दिसतें. प्राण्यांच्या फुप्फुसांत ज्याप्रमाणें अशुद्ध रक्त शुद्ध करण्याची क्रिया चालते, त्याप्रमाणेंच पानांच्या द्वारें कार्य होत असतें ही गोष्ट पुढील प्रयोगावरून सिद्ध झाली. स्पर्ज नांवाच्या झाडाचीं थोडीं पानें व फळें असलेली लहान खांदी घेऊन ती कित्येक दिवसपावेतों मंजिष्ठाच्या काढ्यांत खालचीं दोन पानें व मुळाचा खालचा भाग आंत बुडवून ठेविली होती. हीं बुडालेलीं पानें बाहेर काढून स्वच्छ पाण्यांत धुतल्यावर प्रत्येक पानाच्या मधल्या रेषेंतून मंजिष्ठाचा रंग वहात असतांना स्पष्ट दिसून आला. पानाच्या खालच्या व वरच्या पृष्ठभागावर तांबडी धमनी स्पष्ट दिसत होती. पानाच्या वरच्या बाजूला या धमनीपासून पानाच्या कडांकडे जाणाऱ्या पुष्कळशा तांबड्या शाखा (बारीक धमन्या) दिसत होत्या. पानाच्या खालच्या बाजूनें या धमन्या स्पष्ट दिसत नव्हत्या. त्या पहावयास खालची बाजू आपणांकडे करून पान प्रकाशाकडे धरावें लागे. या खालच्या बाजूवर दुधासारखा फिकट पांढरा रस वाहून नेणाऱ्या अनेक फांटे फुटलेल्या शिरा पानाच्या कडांकडून मध्याकडे गेलेल्या दिसत होत्या. या शिरांनीं खालची सर्व बाजू भरून गेली होती. या सर्व शिरा पानाच्या मधल्या रेषांतील तांबड्या धमनीच्या दोन्ही अंगांस असणाऱ्या दोन मोठ्या शिरांनां मिळालेल्या होत्या, व या दोन शिरा तांबड्या धमनीबरोबर तळदांड्याला जाऊन मिळाल्या होत्या. या दोन पानांपैकीं एक पान कात्रीनें कातरून सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून पाहिलें तेव्हां मध्यरेषेंतील तांबड्या धमनीच्या दोन्ही बाजूंस असलेल्या रस परत आणणाऱ्या शिरांतून दुग्धरूप रक्त पाझरतांना दिसलें; या शिरांतून धमनींतील तांबडा रस बाहेर येतांना मुळींच दिसला नाहीं. पिक्रिस वनस्पतींच्या पानावर वरील प्रयोग केला असतां वर दिसलेले सर्व प्रकार त्यांत स्पर्जच्या पानापेक्षां अधिक स्पष्ट व सहज दिसले. पिक्रिस वनस्पतींत दुग्धवर्ण रस भरपूर असून पानांचे देंठ व मधली रेषा कधीं कधीं स्वभावतःच तांबुस रंगाची असते. यामुळें मंजिष्ठाचा रंग पानांतील धमन्यांच्या फांट्यांतून स्पर्ज वनस्पतीपेक्षां अधिक दूर गेलेला दिसला, व दोन्ही बाजूंनां ज्या मध्याकडे दुग्धरस वाहून नेणाऱ्या शिरा होत्या त्यांच्या शेजारीं हा तांबडा रंग अगदीं स्पष्ट दिसूं लागला."

येथपर्यंत केलेलें वनस्पतींच्या कार्यासंबंधाचें डार्विनचें अवलोकन अगदीं वस्तुस्थितीला धरून आहे. पण त्यापासून त्यानें काढलेलीं अनुमानें मात्र चुकीचीं आहेत. तो म्हणतो. "या प्रयोगावरून पानांचा वरचा भाग श्वासोच्छ्वासाचें मुख्य इंद्रिय होय असें म्हणावें लागतें. कारण वर्णयुक्त रस पानाच्या कडांकडे नेण्याचें काम वरील भागांतील रसवाहिन्याच करीत असतात. नंतर हा रस स्वच्छ पांढरा होऊन पानाच्या खालच्या बाजूस असलेल्या रसवाहिन्यांतून वनस्पतींच्या अन्तर्भागांकडे जात असतो." परंतु अलीकडील शोधांवरून असें सिद्ध झालें आहे कीं श्वासोच्छ्वास करणारीं छिद्रें पानाच्या खालच्या अंगालाच पुष्कळ असतात. अलीकडील

संशोधनावरून खोटीं ठरलेलीं अशीं आणखीं विधानें डार्विननें केलीं आहेत तीं पुढीलप्रमाणें:--

"पानांच्या वरच्या भागावर श्वासोच्छ्वासाचें मुख्य कार्य होत असतें, म्हणजे तेथें असलेल्या धमन्यांतील रसावर हवेचें कार्य होत असतें. त्यामुळें हा वरचा भाग ओलसर उर्फ द्रव पदार्थांनां दूर लोटीत असतो. उदाहरणार्थ, कोबीच्या पानावरील पावसाचे थेंब पानांत न शिरतां पृष्ठभागावरच राहतात व पाऱ्याच्या बिंदूंसारखे दिसतात. तसेंच ज्यांचा वरचा भाग पाण्यावर पडलेला आहे अशीं पानें कोरड्या हवेंत तावडतोब कोमेजतात, परंतु ज्यांचा खालचा भाग पाण्यावर पडलेला आहे अशीं पानें पुष्कळ दिवस हिरवींगार राहूं शकतात. म्हणूनच वॉटरलिलीसारख्या जलवनस्पती पानांचा खालचा भाग पाण्यावर ठेवून तरंगत असतात. याच कारणामुळें गांधिल किंवा साध्या माशा यांच्या अंगावर तेल ओतल्यास त्या तावडतोब गुदमरून मरतात. फ्रॅमिस, पोर्तुगाल मधील लॅरेल व बाल्झम या वनस्पतींच्या कित्येक पानांच्या पृष्ठभागाला तेल लावून ठेवल्यास त्या एक दोन दिवसांत मरण पावतात असें प्रत्यक्ष प्रयोगावरून दिसून आलें आहे. तसेंच कित्येक वनस्पतींच्या बुंधाजवळ असलेले स्नायू त्यांनां हवा व प्रकाश यांच्याकडे वळवींत असतात असें आढळलें आहे. या सर्व पुराव्यावरून हें सिद्ध होतें कीं, वनस्पतींचीं पानें हीं त्यांचीं फुप्फुसें होत, व त्यांच्या द्वारें त्या फ्लाजिस्टनयुक्त द्रव्य बाहेर टाकीत असतात व प्राणवायु आंत घेत असतात.

"या उपपत्तीवरून वनस्पतींनां प्रकाशाचा किती मोठा उपयोग होत असतो तें दिसून येईल. तो उपयोग असा कीं, वनस्पती जें पाणी शोषून घेतात त्या पाण्यांतून जीवनाला अवश्य असलेला वायु (प्राणवायु) प्रकाशामुळें पृथक् केला जातो; व नंतर तो वायु पानांच्या खालच्या अंगाला असलेल्या रक्तांत मिसळून जातो. यावरून झाडांचा शुद्ध हवेशीं संबंध आला म्हणजे हा वायु रक्तांत शोषून घेण्याचें काम अधिकच सुलभतेनें होत असलें पाहिजे हें उघड होतें. म्हणूनच डॉ. प्रीस्टले व मि. इंगेन हौझ यांनीं केलेल्या चमत्कारिक प्रयोगांत कित्येक वनस्पतींनीं इतर वनस्पतींपेक्षां कमी हवा शुद्ध केली--किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे सूर्यप्रकाशांत त्यांनीं श्वासोच्छ्वास कमी केला. मि. श्रीलनें कांहीं वाटाणे पाण्यांत अर्धे बुडालेले राहतील अशा रीतीनें ठेविले असतां त्यांनीं जीवनपोषक हवेचें (प्राणवायूचें) प्राण्याच्या श्वासोच्छ्वासांतल्या प्रमाणेंच कर्बाम्लवायूमध्यें रूपांतर केलें.

"फुप्फुसांत होणारें किंवा वनस्पतींच्या पानांत होणारें रुधिराभिसरण.चें कार्य माशांमध्यें होणाऱ्या एतद्विषयक कार्याप्रमाणेंच असतें. माशामध्यें श्वासेंद्रियामधून रक्त गेल्यानंतर तें पुन्हां हृदयांत परत येत नाहीं. (हवेनें श्वासोच्छ्वास करणाऱ्या प्राण्यांचें येतें). श्वासेंद्रियांतून त्याचें रक्त फुप्फुसशिरेंत शिरतांच त्या शिरेला शुद्ध रक्तवाहिनीचें म्हणजे धमनीचें स्वरूप येतें. तेथें त्या रक्ताला सतेज रंग येतो, आणि त्या फुप्फुसशिरेच्या द्वारेंच तें शरीरांतील इतर भागांत वाटलें जातें. माशाच्या पित्ताशयांतहि अशाच प्रकारची रचना असते. या प्राण्यामध्यें हृदयाच्या शक्तीवर अवलंबून नसलेले असे रुधिराभिसरणाचे दोन व्यापार चालू असतात. एका रुधिराभिसरणास श्वासेंद्रियाच्या शिरांच्या टोंकांपासून सुरुवात होते व दुसरें रुधिराभिसरण पित्ताशयांतून होतें.

प्राणी व वनस्पती यांचें श्वासोच्छ्वास क्रियेच्या बाबतींत डार्विन म्हणतो इतकें पूर्ण साम्य नाहीं, तथापि प्राण्यांप्रमाणेंच वनस्पतीहि श्वासोच्छ्वास करीत असतात हा सामान्य सिद्धांत खरा आहे.

अठराव्या शतकाच्या अखेरीचें प्राणिशास्त्र.—१८ व्या शतकाच्या अखेरीस भूभागविषयक संशोधन हा एक गमतीचा व शोकाचा विषय होऊन बसला. त्याला अनुकूल अशीं कारणेंहि जमत जमत आलीं. होकायंत्र व तुरीययंत्र (क्वॉड्रन) हीं दोन्ही यंत्रें उत्तम प्रकारें बनविलीं गेल्यामुळें त्यांची जलपर्यटनाच्या कामांत चांगली मदत होऊं लागली. कालमापकयंत्रहि उत्तम प्रकारचें बनविण्यांत आलें. जलप्रवाशांनां रक्तपित्त (स्कर्व्हि) नामक व्याधि होऊन फार त्रास होत असे, त्याचाहि वैद्यकशास्त्राच्या वाढलेल्या ज्ञानामुळें चांगला बंदोबस्त झाला. पण शास्त्रीय संशोधनास प्रवर्तक असें बलवत्तर कारण म्हणजे साहसप्रियता हें होय. नव्या नव्या दूरच्या प्रदेशांत जाऊन नवे शोध लावण्याची वृत्ति लोकांत फार वाढली. कित्येक ध्रुवाचा शोध लावण्यास, कोणी यूरोपच्या उत्तरेकडून तर कोणी अमेरिकेच्या उत्तरेकडून हिंदुस्थानाला जाण्याचा मार्ग शोधून काढण्यास, तर कित्येक पुराणांतरीं उल्लेखिलेल्या अवाढव्य अशा अंटार्क्टिक खंडाचा शोध लावण्यास निघाले. या सर्व लोकांनां त्यांच्या अंगीकृत कार्यांत अपयशच आलें; पण त्यांच्या एकंदर प्रयत्नांमुळें जगाच्या ज्ञानांत व प्रवाशांच्या गोष्टींच्या सांठ्यांत पुष्कळच भर पडली.

अशा प्रकारच्या गोष्टींपैकीं सर्वांत चमत्कारिक गोष्टी म्हणजे पृथ्वीच्या दक्षिणगोलार्धांतील प्रदेशांतल्या अत्यंत चमत्कारिक प्राण्यांविषयींच्या होत. इतर चमत्कारिक गोष्टींनां प्रत्यक्ष पुरावा कांहीं नसे; पण या प्राण्यांसंबंधाचीं वर्णनें सांगतांना पुष्कळ प्रवाशी बरोबर आणलेले त्या त्या प्राण्यांचे नमुनेहि दाखवींत असत. यामुळें प्रवाशांनीं सांगितलेल्या गोष्टी खोट्या म्हणण्यास जागा नसे. अशा रीतीनें अनेक प्रवाशी मंडळींनीं प्राणिकोटींतील व वनस्पतिकोटींतील नाना प्रकारचे नमुने आपल्या यशस्वी करून दाखविलेल्या सफरींचीं विजयचिन्हें म्हणून स्वदेशांत आणले, व ते पाहून तत्कालीन मोठाले विद्वान् सृष्टिविज्ञानशास्त्रीहि हर्षभरित व आश्चर्यानें थक्क होऊन गेले. या नूतन संशोधनांच्या पूर्वीच चारदोन पिढ्या—म्हणजे ज्याला

'सृष्टिशास्त्रांतील सुवर्णयुग' म्हणतात त्या कालांतील लिनेयस या शास्त्रज्ञाच्या अनुयायांनीं निरनिराळ्या माशांच्या जाती चारशेंपर्यंत, पक्ष्यांच्या जाती एक हजारपर्यंत, किड्यांच्या जाती तीनहजारांपर्यंत आणि वनस्पतींच्या जाती दहाहजारांपर्यंत जमविल्या होत्या. परंतु आतां ही नव्या भूप्रदेशांतील भर त्यांत एकाएकीं पडून वनस्पतींची संख्या एकदम दुप्पट, व मासे व पक्षी यांची संख्या तिप्पट वाढली; आणि किड्यांची संख्या तर वीस हजारांवर गेली.

नव्या सामुग्रीची इतकी मोठी भर एकदम येऊन पडल्यामुळें त्या वेळेच्या शास्त्रज्ञांस त्यांचें शास्त्रीय वर्गीकरण करण्याचें काम अत्यंत अवघड होऊन बसलें. या शास्त्रज्ञांपैकीं जे कित्येक विशेष दूरदृष्टी होते त्यांनां ही गोष्ट उघड दिसूं लागली कीं, लिनेयसची वर्गीकरणपद्धति मोठी उत्तम व उपयुक्त असली तरी तींत बरीच सुधारणा केल्याशिवाय वरील नवीन उपलब्ध झालेल्या सामुग्रीची पूर्वींच्या वर्गीकरणाच्या पद्धतीनें बरोबर व्यवस्था लागणें शक्य नाहीं. जूशॉ नामक शास्त्रज्ञानें वनस्पतिशास्त्रांत अधिक नैसर्गिक अशी वर्गीकरणाची पद्धति सुचविली होती. परंतु तत्कालीन प्राणिशास्त्रज्ञ, नवीन उपलब्ध झालेल्या हजारों प्राण्यांच्या शरीरासंबंधानें संपूर्ण माहिती मिळविल्याशिवाय जूशॉनें सुचविलेली वर्गीकरणपद्धति स्वीकारण्यास एकदम तयार होईनात. तथापि त्यांनीं प्रत्येक प्राण्याच्या शरीररचनेची इतरांच्या रचनेशीं तुलना करून चिकित्सा करण्याचें काम सुरू केलें, आणि त्यावरून एकदोन सर्वसामान्य सिद्धान्तहि ठरविले. त्यांपैकीं एक कास्पर वुल्फचा, सर्व सेंद्रिय प्राणी मूळ पेशीपासून निर्माण होतात, हा सिध्दांत; व दुसरा गोथेचा, निरनिराळ्या शरीरभागांच्या स्वरूपांतराविषयींचा सिध्दान्त. तथापि एकंदरींत या कालांतील शारीरशास्त्रज्ञांचें कार्य बीजस्वरूपाचेंच होतें, त्यापासून फलनिष्पत्ति होण्यास सुरुवात झाली नव्हती. शरीरांतील मुख्य घटकांसंबंधाची सविस्तर माहिती देणारे बिशॉटचे ग्रंथ १८ व्या शतकाच्या अखेरीपर्यंत प्रसिद्ध होण्यास सुरुवात झाली नव्हती. तसेंच लिनेयसनंतर झालेला बडा सृष्टिशास्त्रज्ञ कूव्हिअर याच्याहि संशोधनकार्यास या शतकाच्या अखेरी अखेरीस नुकताच आरंभ होऊन १७९९ मध्यें त्यानें आपला शरीरावयवांच्या अन्योन्याश्रयित्वाचा सिद्धान्त प्रसिद्ध केला होता. तथापि प्राणिशास्त्राची खरी सोपपत्तिक वाढ पुढल्या म्हणजे १९ व्या शतकांतच झाली.

कूव्हिअर आणि अवयवांचें परस्परावलंबन.–१८ व्या शतकाच्या अखेरीच्या सुमारास शारीरशास्त्रांतील संशोधनाचीं पृथ्वीवरील केंद्रस्थानें इटाली व इंग्लंड या दोन देशांत होतीं; पण स्पॅलॅन्झेनी आणि हंटर हे दोन सुप्रसिद्ध संशोधक मरण पावतांच फ्रान्स देश शास्त्रीयसंशोधनाचें मुख्य ठिकाण होऊन बसला. १९ व्या शतकाचा आरंभ हा काल शास्त्रीयसंशोधनास फार अनुकूल होता, कारण निरनिराळ्या शास्त्रांत बरीच वाढ होऊन सामान्य सिद्धान्त ठरविण्यास लागणारी प्राणिशास्त्रासंबंधाची मूलभूत माहिती पुष्कळ उपलब्ध झालेली होती. आतां तिचें वर्गीकरण करून सामान्य सिद्धान्त ठरविण्याचें काम करावयाचें होतें, आणि तें करणारे शास्त्रीय संशोधकहि १९ व्या शतकाच्या आरंभास जिकडे तिकडे बरेच होते. त्यामुळें लवकरच सामान्य सिद्धान्त पुढें येऊं लागले. अशा प्रकारचा पहिला सिद्धान्त प्राणिकोटीविषयीं कूव्हिअरनें पुढें मांडला, त्यांत प्राण्यांचें त्यानें एक अगदीं नवें वर्गीकरण ठरवून प्राण्यांचे मुख्य चार प्रकार केले ते: १ सपृष्ठवंशी, २ मृदुशरीरी, गोगलगायी वगैरे, ३ पृथक् संधियुक्त (आर्टिक्युलेटस),—खेंकडे वगैरे, ४ केंद्रोत्सर्जितेंद्रिय (रेडिएट्स),–यापूर्वी नुकतेंच लामार्कनें सपृष्ठवंशी व अपृष्ठवंशी असे दोन मुख्य वर्ग केले होते. कूव्हिअरनें अपृष्ठवंशी प्राण्यांचे आणखी तीन पोटवर्ग केले. कूव्हिअरचें हेंच वर्गीकरण प्राणिशास्त्राच्या अभ्यासकांनां कित्येक वर्षे परिचित होतें; प्रण अगदीं अलीकडे कृमिकीटकादि क्षुद्र कोटींतील प्राण्यांची पुष्कळ अधिक माहिती उपलब्ध झाल्यामुळें कूव्हिअरच्या वर्गीकरणामध्यें आणखी कांहीं पोटवर्गांची भर घालणें आवश्यक झालें आहे. तथापि त्यामुळें कूव्हिअरचें वर्गीकरण निरुपयोगी ठरतें असें नाहीं.

तुलनात्मक शारीरशास्त्राचा जो व्यासंग चालू असतां कूव्हिअरला उपरिनिर्दिष्ट नवें वर्गीकरण सुचलें, त्याच प्रकारच्या व्यासंगांत असतांना दुसरीहि एक विशेष गोष्ट त्याच्या नजरेस एकसारखी येत होती. ती गोष्ट ही कीं प्रत्येक विशिष्ट प्रकारच्या सावयवी प्राण्याच्या शरीरांतील निरनिराळ्या भागांचें परस्परानुकूल्यत्व म्हणजे प्रत्येक अवयवाची दुसऱ्या अवयवांच्या कार्यास अनुकूल किंवा अनुरूप अशी रचना असणें. जिवंत प्राणी पकडून खातां यावें म्हणून ज्या प्राण्याला तीक्ष्ण नखें असतात त्या प्राण्याला (उ०-मांजराच्या जातीच्या प्राण्याला) भक्ष्य प्राण्याचें मांस नीट तुकडे तुकडे करून खातां यावें म्हणून दांत व सुळेहि चांगले तीक्ष्ण आलेले असतात तसेंच असल्या प्राण्याचें पचनेंद्रियहि वनस्पत्याहारी प्राण्यांच्या पचनेंद्रियाहून अगदीं निराळ्या प्रकारच्या रचनेचें असतें. प्राण्यांच्या शरीरांतील भागांचें हें परस्परानुकूल्यत्व शरीरांतल्या अगदीं निरनिराळया व दूरदूरच्या भागांतहि असल्याचें आढळून येतें. अशा प्रकारच्या विशिष्ट रचनातत्त्वांमुळेंच चांगला कुशल शारीरशास्त्रज्ञ असल्यास त्याला एखाद्या प्राण्याच्या एखाद्या विशिष्ट अवयवावरून त्या प्राण्याच्या एकंदर शरीररचनेसंबंधानें सर्व अनुमानें काढतां येण्यासारखीं असतात. या तत्वाचा कूव्हिअरला प्राचीन प्राणिशास्त्राचा अभ्यास करण्याच्या कामांत अतिशय उपयोग झाला. एखादें हाडूक सांपडलें तरी तेवढ्याचें अवलोकन करून त्यावरून त्या प्राण्याच्या शरीराची एकंदर रचना कशी असली पाहिजे तें कूव्हिअरला सांगतां येत असे असें जें कित्येकदां विधान करण्यांत येतें तें साफ खोटें आहे. ही गोष्ट कूव्हिअरला किंवा दुसऱ्या कोण-

त्याहि शास्त्रज्ञाला करणें अशक्य आहे; तथापि वरील तत्त्वाच्या साहाय्यानें चांगले निष्णात शारीरशास्त्रज्ञ जीं अनुमानें काढूं शकतात तीं कोणालाहि आश्चर्यचकित करून सोडण्यासारखीं असतात यांत शंका नाहीं.

कुव्हिअर म्हणतोः " मोठाल्या चतुष्पाद प्राण्यांच्या खडकामध्यें किंवा जमीनीच्या खालीं सांपडलेल्या, अवशेषांचें निरीक्षण करणें अधिक समाधानकारक असतें. कारण त्यापासून काढतां येणारीं अनुमानें व निर्णय अगदीं स्पष्ट असतात. इतर प्राण्यांच्या असल्या प्रकारच्या अवशेषांपासून तितकीं स्पष्ट अनुमानें काढतां येत नाहींत. तथापि मोठाल्या चतुष्पाद प्राण्यांच्या अवशेषांचा अभ्यास करण्याच्या कार्यांतहि पुष्कळ व मोठाल्या अडचणी असतात. लहान कवचीच्या प्राण्यांचीं जीं शरीरें जमिनीखालीं सांपडतात तीं बहुतेक संपूर्ण स्थितींत कायम असतात, आणि जीवसृष्टिशास्त्रासंबंधाच्या संग्रहालयांतील प्राण्यांच्या नमुन्याशीं किंवा जीवसृष्टिशास्त्रज्ञांच्या पुस्तकांतील तत्संबंधीं वर्णनाशीं तुलना करून पाहण्याकरितां जरूर असलेल्या सर्व विशिष्ट गोष्टी त्यांमध्यें शिल्लक असतात. माशांचे सांगाडे सुद्धां बहुतांशीं संपूर्ण अशा स्थितींत सांपडत असल्यामुळें बहुतेक वेळीं त्यांच्या शरीरांच्या सामान्य रचनेविषयीं बरोबर कल्पना करितां येते; आणि बहुतकरून घनरूप भागावरून ठरवितां येण्यासारखे त्यांचे जे व्यापकजातीय धर्म व उपजातीय धर्म हीं निश्चितपणें ठरवितां येतात. याच्या उलट चतुष्पाद प्राण्यांची स्थिति आहे. या प्राण्याचे सांगाडे जरी संपूर्ण स्थितींत सांपडले, तरी त्यांच्यांतील विशिष्ट गुणधर्म शोधून काढणें फार कठिण असतें. कारण हे गुणधर्म त्यांच्या अंगावरील केसः व रंग आणि दुसऱ्या कांहीं गोष्टी यांवर मुख्यतः अवलंबून असतात; पण हे भाग जमिनींच्या थराखालीं हे प्राणी सांपडण्यापूर्वींच नष्ट झालेले असतात. शिवाय चतुष्पाद प्राण्यांचे अगदीं संपूर्ण स्थितींत असलेले सांगाडे फारच क्वचित् सांपडतात; बहुतकरून जमिनीच्या थराखालीं सांपडल्यामुळें सांपळ्याचीं हाडें पृथक् पृथक् होऊन कित्येक मोडून जाऊन विस्कळितपणें इकडे तिकडे पडलेलीं आढळतात. आणि अशा स्थितींत सांपडलेल्या साधनांच्या साहाय्यानें जीवसृष्टिशास्त्रज्ञांनां कोणत्या व्यापकजातीचा किंवा उपजातीचा तो प्राणी आहे तें ठरवावयाचें असतें.

"सुदैवानें तुलनात्मक शारीरशास्त्राचें उत्तम ज्ञान असल्यास वर दर्शविलेल्या अडचणींतून मार्ग काढतां येतो. कारण या शास्त्रांतील तत्त्वें काळजीपूर्वक लागू केलीं म्हणजे निरनिराळ्या प्रकारच्या सावयवी प्राण्यांच्या शरीररचनेमध्यें सारखेपणा व निराळेपणा कोणकोणत्या बाबतींत आहे हें नीट समजूं लागतें.

" प्रत्येक प्रकारच्या सावयवी प्राण्याचें शरीर हें सर्वांग परिपूर्ण अशा प्रकारचें एक यंत्र असतें, व त्याचे निरनिराळे भाग एकमेकांला मदत करून एक प्रकारचें ठराविक कार्य करीत असतात. त्यांत कांहीं भाग एकमेकांविरुद्ध कार्य करीत असतात, व कांहीं एकाच प्रकारचें कार्य करण्यास मदत करतात. त्यामुळें एकंदर भागांपैकीं एकाचाहि आकार त्याच्या जोडीच्या दुसऱ्या भागाचा आकार व स्वरूप बदलल्याशिवाय बदलणें शक्य नसतें. त्यामुळें अशा एकंदर भागांपैकीं एखादा भाग जरी स्वतंत्रपणें घेतला, तरी त्यावरून त्याच्या जोडीचे इतर भाग कोणते हें समजूं शकतें. उदाहरणार्थ, एखाद्या प्राण्याच्या पोटांतले अवयव ताजें मांस पचविण्याच्या कामास योग्य असे असल्यास, त्याचे जबडे भक्ष्यप्राण्यांचे तुकडे करून खाण्यास, पंजे भक्ष्य पकडून फाडण्यास, दांत मांस तोडून तुकडे करण्यास, शरीराला वाहून नेणारे अवयव भक्ष्य प्राण्याचा पाठलाग करून त्यास पकडण्यास, आणि ज्ञानेंद्रियें दूर अंतरावर असलेलें भक्ष्य जाणण्यास समर्थ अशा प्रकारचे असले पाहिजेत. इतकेंच नव्हे तर अशा प्राण्यास आपलें भक्ष्य पकडण्याकरितां लपून कसें बसावें व इतर आणखी युक्त्या काय योजाव्या तें जाणण्याइतकी बुद्धीहि निसर्गानें दिलेली असते.

" तसेंच अशा प्राण्याला स्वतःचें भक्ष्य पकडल्यावर तें उचलून दूरवर नेतां यावें, म्हणून मस्तकाचा भाग उचलून धरणारे त्याचे जे मानेचे स्नायू असतात ते चांगले बळकट असावे लागतात; हे स्नायू पाठीच्या कण्यास जोडलेले असल्यामुळें त्यांचा आकारहि ठराविक प्रकारचा असावा लागतो, आणि तेच पुन्हां मस्तकांत शिरलेले असल्यामुळें मस्तकाचा पृष्ठभागहि विशिष्ट आकाराचा असतो. मांसभक्षक प्राण्याचे दांतहि त्याला ज्या मानानें कमजास्त मांस खावयास लागत असेल त्या मानानें कमीअधिक तीक्ष्ण असतात. ज्या प्रकारचीं व आकाराचीं हाडें अशा प्राण्याला फोडण्याचा प्रसंग येत असेल तशा कामास योग्य अशा भक्कम रीतीनें त्याचें दांत खालीं खोल व घट्ट बसलेले असावे लागतात; व या सर्व गोष्टींनां लायक असे जबडे असावे लागतात.

"या वरील वर्णनावरून हेंहि लक्षांत येईल कीं, अशा मांसभक्षक प्राण्याचे बाह्य चलनवलनाचे अवयव त्या प्राण्याला ज्या मानानें जलद वेगानें पळावें लागत असेल त्याला अनुरूप असेच असतात; तसेच शरीराचा मुख्य हाडांचा सांगाडा वरील कार्यास योग्य असा असतो. भक्ष्य शोधून काढण्यास लायक असें त्याचें घ्राणेंद्रिय, चक्षुरिंद्रिय व श्रोत्रेंद्रिय असतें. वरील कार्यास योग्य अशा तऱ्हेची त्या प्राण्याच्या शरीरांतील एकंदर हाडांची रचना असते. त्यामुळें अशा विशिष्ट शरीररचनेपैकीं एक हाड जरी सांपडलें तरी सावयवी प्राण्यांच्या शरीररचनेविषयीं उत्तम माहिती आहे अशा तज्ज्ञ मनुष्यास तें हाड कोणत्या विशिष्ट प्रकारच्या प्राण्याचें असलें पाहिजे तें ठरवितां येण्यासारखें असतें."

वरील शेवटल्या वाक्यांत जें विधान केलेलें आहे तसला अद्भुत चमत्कार कोणालाहि करतां येण्यासारखा नाहीं, हें आरंभीं सुचविलें आहेच. तथापि अशा प्रकारची अतिशयो-

क्तिपूर्ण भाषा या शास्त्राच्या अत्यंत उत्साही पुरस्कर्त्यांच्या तोंडीं क्षम्य आहे. कारण या शास्त्रांतील मुख्य तत्त्व व या तत्त्वाचा व्यवहारांत प्रत्यक्ष उपयोग यावरच कूव्हिअरची सर्व कीर्ति उभारलेली आहे.

या सर्व गोष्टी सामान्यपणें शारीरशास्त्राचा प्रथम अभ्यास सुरू झाला तेव्हांपासूनच या विषयाच्या प्रत्येक अभ्यासकास माहीत होत्या असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. तथापि 'परस्परानुकूल्यत्वाचा नियम तितक्या स्पष्टपणें कूव्हिअरच्या पूर्वी कोणाहि शास्त्रज्ञानें प्रतिपादन केला नव्हता; आणि हें तत्त्व दिसावयाला जरी उघड उघड असलें, तरी १९ व्या शतकाच्या पहिल्या दशकांत तुलनात्मक शारीरशास्त्र यावर पुस्तक लिहून त्याच्या प्रस्तावनात्मक प्रकरणांत हें तत्त्व कूव्हिअरनें जेव्हां पुढें मांडलें त्या वेळीं एक मोठा नवीन शोधच लागावा त्याप्रमाणें त्याला महत्त्व आलें. ज्या सामान्य सिद्धान्तावरून दुसरे अनेक शोध शास्त्रज्ञांस लावतां येतात अशा मार्गदर्शक शोधांपैकीं हा एक आहे यांत शंका नाहीं.

बिशाट व शरीरघटक उर्फ धातू.—प्राण्याच्या शरीरासंबंधानें केलेल्या दुसऱ्या एका सामान्य सिद्धान्ताचीहि बहुतेक वरच्या सारखीच स्थिति आहे. हा सामान्य सिद्धान्त मराया फ्रँस्वा बिशाट नांवाच्या अत्यंत हुषार तरुण फ्रेंच वैद्यकशास्त्रज्ञानें केलेला आहे. तो असाः मनुष्यप्राण्यासुद्धां सर्व सपृष्ठवंशी प्राण्यांच्या देहांत दोन अगदीं निरनिराळ्या प्रकारच्या अवयवांचा समूह असतो; व त्यांपैकीं एका प्रकारचे अवयव प्राण्याच्या इच्छाशक्तीच्या नियंत्रणाखालीं असून त्यांच्या योगानें चलनवलनविषयक सर्व कार्यें होत असतात; आणि दुसऱ्या प्रकारचे अवयव इच्छाशक्तीच्या नियंत्रणाबाहेर असून त्यांच्याकडून अन्न पचवून त्यांतून उत्पन्न होणाऱ्या रसांचा शरीरभागांशीं संयोग करून देणें वगैरे कामें होत असतात. या दोन अवयवसमूहांपैकीं एकाला त्यानें जीविसंस्थ (ॲनिमल सिस्टिम) व दुसऱ्याला घटनासंस्थ (ऑर्ग्यानिक सिस्टिम) अशीं नांवें दिलेलीं आहेत. अवयवांतला हा बिशाटनें दाखविलेला भेद नवीन व प्रथमच पुढें आलेला नव्हता; कारण मॉन्टपेलिएच्या विश्वविद्यालयांतील इंद्रियविज्ञानशास्त्राचा अध्यापक ग्रिमॉंड यानें वरच्या प्रकारचेंच वर्गीकरण करून दोन प्रकारच्या कार्यांनां 'पचनविषयक उर्फ अन्तर्व्यापार व चलनवलनविषयक उर्फ बहिर्व्यापार' अशीं नांवें दिलीं होतीं. तथापि हा सिद्धान्त रूढ होण्यास बिशाटनें केलेलें त्याचें प्रतिपादनच कारणीभूत झालें.

बिशाटनें गेल्या शतकाच्या अगदीं आरंभींच प्रसिद्ध केलेल्या शारीरशास्त्रावरील आपल्या ग्रंथांत पुढें मांडलेलें पृथक्करण वरच्या पेक्षांहि अधिक महत्त्वाचें होतें. हें वर्गीकरण सर्व जातींच्या प्राण्यांच्या देहांतील शरीरघटकांविषयींचें होतें. तें असें कीं, शरीरांतील अवयव जरी अनेक निरनिराळ्या प्रकारचे असले तरी त्यांचीं मूळ घटकद्रव्यें वास्तविक अगदीं थोड्या प्रकारचीं असतात. उदाहरणार्थ, स्नायुमय अवयव हा एक प्रकार, त्वचामय अवयव हा दुसरा प्रकार, मांसग्रंथीमय भाग हा तिसरा प्रकार व वाहिनीमय भाग हा चवथा प्रकार होय. हें पृथक्करण सुद्धां इतकें उघड व सहज लक्षांत येण्यासारखें आहे कीं, तें पूर्वीच्या शारीरशास्त्रज्ञांच्या लक्षांत कसें आलें नव्हतें याची कल्पना करणें कठिण आहे. कदाचित् हें पृथक्करण आतां एक शतकभर सर्वांच्या परिचयाचें होऊन राहिलें असल्यामुळें तें सहज लक्षांत येण्यासारखें आहे असें आपणांस वाटत असावें. हा सिद्धान्तहि बिशाटच्या पूर्वीं कोणीहि स्पष्टपणें पुढें मांडलेला नव्हता. बिशाटला ही कल्पना त्याचा गुरु डी सॉल्ट व दुसरा एक प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ पिनेल यांच्यापासून मिळालेली होती असें म्हणतात.

तें कांहींहि असलें, तरी बिशाटनें केलेलें शरीरघटकांचें वर्गीकरण पुढील शास्त्रज्ञांनां प्राण्यांच्या शारीरिक व्यापारांचा अभ्यास करण्यास अत्यंत उपयोगी पडलें ही गोष्ट नक्की आहे. पुढील शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीवरून असें ठरलें आहे कीं, बिशाटनें केलेले शरीरघटकांतील भेद तत्त्वतः खरे नाहींत; तथापि बिशाटचें सुप्रसिद्ध वर्गीकरण व्यावहारिक दृष्ट्या फार उपयोगी आहे यांत शंका नाहीं.

शरीरघटकांचें हें पृथक्करण सर्वमान्य होतांच त्या त्या शरीरघटकांनां होणाऱ्या रोगांवरून एकंदर रोगांचेंहि वर्गीकरण लवकरच करण्यांत आलें; व त्यामुळेंच औषधिविज्ञानालाहि व्यवस्थित शास्त्राचें स्वरूप येण्यास अत्यंत महत्त्वाची मदत झाली. शास्त्रांच्या या निरनिराळ्या शाखांचें संशोधन करण्याचा बिशाटला अत्यंत नाद लागला, व नव्या नव्या शोधांच्या उत्साहाच्या भरांत त्यानें असे उद्गार काढले कीं, "कांहीं जातीचे ज्वर व मज्जातंतुविषयक रोग वजा केल्यास बाकी सर्व रोगांचा रोगचिकित्सात्मक शारीरशास्त्रांत अन्तर्भाव होतो." बिशाटच्या या उत्साहामुळें पुष्कळ उपयुक्त कार्यें झालेलीं आहेत. कारण बिशाट हा व्यवहारांत सर्वस्वी प्रतिपादनास अनुसरून वागणारा असे. प्रत्येक रोगाची नीट चिकित्सा करितां येण्याकरतां त्या रोगाचीं लक्षणें आजाऱ्याच्या बिछान्याजवळ बसून किंवा मरणोत्तर शवाचें परीक्षण करून काळजीपूर्वक पाहिलीं पाहिजेत असें त्याचें ठाम मत होतें; व तदनुसार प्रयत्न करण्याचें त्यानें इतकें मनावर घेतलें कीं, सुमारें सहा महिन्यांच्या कालावधींत त्यानें मृत रोग्यांचीं सहाशेंवर शरीरें तपासलीं. इतक्या थोड्या अवधींत इतक्या रोगांचें परीक्षण केल्याचें शास्त्रज्ञांत दुसरें उदाहरण क्वचितच सांपडतें. त्यानें केलेले हे एवढे प्रयत्न निष्फळ झाले असेंहि नाहीं. ही गोष्ट पुढील एकाच उदाहरणावरून पुरेशी सिद्ध होईल. पूर्वीं पेरिन्युमोनिया या अस्पष्ट नांवाखालीं छातीला होणाऱ्या सर्व रोगांचा अन्तर्भाव करीत असत, पण वास्तविक छातीमध्यें फुप्फुसाभोंवतीं असलेलें वेष्टण, खुद्द फुंफुसें व श्वासोच्छ्वासाच्या नळ्या असे

तीन भाग असतात; व या तीन भागांनां होणारे रोग तीन निरनिराळ्या प्रकारचे असतात, ही गोष्ट विशाटनें वरील संशोधनाच्या वेळींच शोधून काढली. या तीन भागांच्या रोगांनां तीन निरनिराळीं नांवें, फुप्फुसावरणदाह (प्ल्यूरिटिस), फुप्फुसदाह (न्युमोनिआ) व लघुश्वासनलिकाभितापदाह (ब्रॉंकायटिस) हीं हल्लीं प्रसिद्ध आहेत; आणि यांपैकीं प्रत्येक रोगाचें पर्यवसान व औषधियोजना अगदीं निरनिराळ्या प्रकारची असते. येणेंप्रमाणें शरीरभागांचें व तद्गत रोगांचें वर्गीकरण झाल्यानें किती फायदा आहे ही गोष्ट येथें सिद्ध करून सांगण्याची जरूर नाहीं.

लिस्टरनें याच सुमारास आपलें पूर्ण सुधारलेलें सूक्ष्मदर्शक यंत्र तयार केलें; व त्याचा इंद्रियविज्ञान व शारीर या शास्त्रांच्या अभ्यासास अतिशय उपयोग झाला. या यंत्राचा शोध कोणकोणत्या पायऱ्यांनीं पूर्णतेस पोंचला याचें विवेचन पुढें एका यंत्रांवरील स्वतंत्र प्रकरणांत केलें आहे.

लिस्टरनें स्वतःच्या पूर्ण सुधारून तयार केलेल्या साधनाच्या साहाय्यानें मोठ्या उत्साहानें संशोधनाचें काम सुरू करून पुष्कळ महत्त्वाचे शोध लावले. त्यांपैकीं विशेष सुप्रसिद्ध शोध मनुष्याच्या शरीरांतल्या रक्तांतील तांबड्या रंगाच्या गोलकांच्या वास्तविक स्वरूपासंबंधाचा होता. या प्रश्नासंबंधानें बरेच दिवस फार बारकाईनें विचार चालू होता, व त्याचा अखेरचा निकाल लिस्टरनें आपल्या शोधानें लावला. हे रक्तगोलक उभयान्तर्गोल आकाराचीं चक्रें असतात ही गोष्ट आजकाल सर्वांनां मशहूर आहे; परंतु त्यांचा आकार असा चमत्कारिक प्रकारचा असल्यामुळें त्यांसंबंधानें चुकीचीं अनुमानें कमी शक्तीच्या भिंगामधून अवलोकन करावें लागत असे तोंपर्यंत पुढें येणें साहजिक होतें. आणि जरी टॉमस यंग व दुसऱ्या कित्येक संशोधकांनीं त्यांचें सत्यस्वरूप बहुतेक निश्चित केलें होतें तरी त्यांसंबंधानें ठाम एकमत सुधारलेल्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें आपला निर्णय जाहीर केल्यावरच झालें.

हे रक्तगोलक आकारानें इतके लहान असतात कीं, एक घन मिलिमीटर रक्तामध्यें त्यांची संख्या जवळ जवळ पन्नास लक्षांइतकी असते. हे इतके सूक्ष्म असले तरी असला प्रत्येक गोलक स्वतंत्र परमाणु असून इतरांपासून अलग स्थितींत असतो. अगदीं प्रथम महत्कारी भिंगें तयार होऊं लागलीं तेव्हांपासून सूक्ष्मदर्शक यंत्रज्ञांनां या गोष्टीची कल्पना आलेली होती. अशांपैकीं एखाददुसऱ्या शास्त्रज्ञाच्या हेंहि लक्षांत आलेलें होतें कीं, या जड घटकांपैकीं कित्येक त्यांच्यापेक्षां बारीक असलेल्या कणाकणांचे बनलेले असतात; व त्या घटकांचें आणखी पृथक्करण केल्यास त्यांत निरनिराळे कण आढळून येतील. पुढें भिंगें जसजशीं अधिक सुधारलेलीं होऊं लागलीं, तसतशी वरील कल्पना अधिक दृढ होत गेली. तरी पण त्या कणांचें पूर्ण स्वरूप कोणाच्याहि लक्षांत आलें नव्हतें. वनस्पतींच्या शरीरघटकांसंबंधानें, बाह्य त्वचामय आवरणाच्या आंत लहान लहान कण असतात, व त्यांनां गोलक म्हणतात, व असले कणच वनस्पतींचे मूळ द्रव्य घटक होत, ही गोष्ट बराच काल ठाऊक झालेली होती. परंतु वनस्पतींच्या या रचनेपेक्षां प्राण्यांच्या शरीरघटकांची रचना मूलतःच अगदीं भिन्न असते अशी समजूत होती. "हे मूलद्रव्यात्मक कण मिळूनच एकंदर वनस्पति बनलेली असते; पण उलटपक्षीं प्राण्याच्या मूलघटकांबद्दल हेंच मत ग्राह्य करतां येत नाहीं" असें तत्कालीन शास्त्रज्ञांचें मत होतें.

रॉबर्ट ब्राऊन व गोलकांतील मूलघटक.—वनस्पतींतील अंतिम परमाणूंच्या स्वरूपाबद्दलची अधिक स्पष्ट कल्पना रॉबर्ट ब्राऊन नांवाच्या इंग्रज सूक्ष्मदर्शकयंत्रज्ञाच्या संशोधनामुळें १८३३ मध्यें आली. ऑर्चीड नांवाच्या वनस्पतींतील गोलकांचें बाह्य आवरण सूक्ष्मदर्शकयंत्रांतून तपासून पहात असतां त्याला गोलकामध्यें एक "अपारदर्शक बिंदु" दिसून आला, व त्याला त्यानें मूलघटक (न्यूक्लस) असें नांव दिलें. हाच 'बिंदु' पूर्वींहि इतर संशोधकांच्या पाहण्यांत आलेला असेल यांत शंका नाहीं; पण वनस्पतींतील गोलकांचा हा भाग घटकावयव असतो हें नक्की ठरवून त्याला नांव देण्याचें काम प्रथम ब्राऊननें केलें.

ब्राऊन लिहितोः "ऑर्चिड जातीच्या वनस्पतीमध्यें जे गोलकांतर्गत मूलघटक असतात त्यांच्या संबंधानें कांहीं मुद्द्याच्या गोष्टी येथें सांगून या वनस्पतीविषयींचें माझें विवेचन मी पुरें करतों. या जातीच्या वनस्पतीच्या बऱ्याच भागांवर विशेषतः पानांवर जें बाह्य आवरण असतें, त्यांतील प्रत्येक गोलकामध्यें एक वाटोळ्या आकाराचा भाग असतो. व तो गोलकाच्या इतर अन्तस्त्वचेपेक्षां अधिक अपारदर्शक असतो. हा भाग कणाकणांचा मिळून झालेला असतो. गोलकामध्यें त्याची जागा नक्की ठरलेली नसते. परंतु बहुधा तो मध्याजवळ असतो.

"असा एकेक भाग प्रत्येक गोलकांत असतो. बाह्य त्वचेंतल्या ग्रंथींमध्यें असले दोन भाग नेहमीं आढळतात. तेव्हां असल्या प्रत्येक ग्रंथींत दोन दोन गोलक असावेत असें वाटतें.

"या भागाला गोलकाचा मूलघटक असें नांव देतां येण्यासारखें आहे. असले मूलघटक घटकधातूंच्या (टिशू) गोलकांमध्येंहि असतात. बाह्य आवरणांतील गोलक दाबलेले असल्यामुळें त्यांतील मूलघटकहि जरा सपाट आकाराचे असतात; परंतु आंतल्या घटकधातूंतले मूलघटक अगदीं वाटोळ्या आकाराचे असतात; व ते गोलकाच्या बाह्य भागापासून आंत घुसलेले असतात. फुलांतील स्त्रीकेसराग्राच्या घटकधातूंतहि असल्या प्रकारचे मूलघटक असलेले स्पष्ट दिसतात. 'प्रत्येक गोलकांत असला मूलघटक एकेक असतो, असा, वर जो सामान्य नियम सांगितला त्याला अपवादात्मक असें उदाहरण माझ्या पहाण्यांत आलें आहे. तें ब्लेटया टँकरव्हिली

या वनस्पतींचें होय. या वनस्पतींच्या स्त्रीकेसरांग्रांत पृष्ठभागावर असला दुसरा एक मूलघटक बहुतेक आढळतो तो बऱ्याच मोठ्या आकाराच्या कणांचा बनलेला असतो. असले मूलघटक या वनस्पतींच्या परागांमध्येंहि असतात. शिवाय ते दुसऱ्या अनेक एकदली वनस्पतींमध्यें आढळतात. ”

श्लीडेन व श्वॅान आणि गोलकसिध्दान्त.— हा नवीन आढळून आलेला भाग गोलकाच्या अन्तर्व्यवस्थेंत महत्त्वाचा असला पाहिजे, ही गोष्ट ब्राऊनच्या लक्षांत आली होती; तसेंच सुप्रसिद्ध जर्मन शास्त्रज्ञ मेयेन यानें आपल्या वनस्पतिविषयक इंद्रियविज्ञानशास्त्र या ग्रंथांत मूलघटकासंबंधानें विवेचन केलें होतें. तथापि या मूलघटकाकडे सर्वांचें लक्ष्य वेधून गोलकामध्यें सर्वांत महत्त्वाचा भाग हाच होय हें जोरानें पुढें मांडण्याचें काम येना विश्वविद्यालयांतील वनस्पतिशास्त्राचा अध्यापक डॉ. एम्. जे. श्लीडेन या जर्मन शास्त्रज्ञानें केलें.

या मूलघटकासंबंधीं माहिती प्रथम ब्राऊनकडूनच मिळाली, ही गोष्ट श्लीडेननें स्पष्ट कबूल केली आहे; पण या मूलघटकाच्या रचनेसंबंधानें संशोधन मूल संशोधनापेक्षां श्लीडेननें पुष्कळच अधिक केलें. हा मूलघटकच गोलकांतला अत्यंत महत्त्वाचा भाग होय अशी त्याला खात्री वाटूं लागली कारण या मूलघटकापासूनच सर्व गोलक तयार होतो असें त्याला आढळून आलें. म्हणून त्यानें त्याला आद्यबिंदु (सिटोब्लास्ट) असें नांव दिलें. या संबंधाचे सर्व विचार त्यानें एका निबंधांत लिहून तो १८३८ मध्यें प्रसिद्ध केला. या निबंधाचें महत्त्व फार मोठें आहे; तथापि मूलघटकासंबंधानें मिळविलेल्या माहितीवरून ज्या महत्त्वाच्या गोष्टी सिद्ध करावयाच्या, तें काम खुद्द श्लीडेनच्या हातून झालें नाहीं. तें ज्या मित्राला श्लीडेननें आपल्या शोधांची माहिती आपला निबंध प्रसिद्ध करण्याच्यापूर्वी एक वर्ष सांगितली होती त्या मित्रानें केलें. हा मित्र म्हणजे लोव्हेन विश्वविद्यालयांतील इंद्रियविज्ञानशास्त्राचा अध्यापक डॉ. थिओडोर श्वॅान हा होय.

श्लीडेननें आपले शोध ज्या वेळीं श्वॅानला कळविले त्या सुमारास स्वतः श्वॅानहि प्राणिविषयक सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रांतील कांहीं अवघड गोष्टींचें कोडें उकलण्यांत गुंतलेला होता; व तें त्याला नीट सोडवितां येत नव्हतें. त्याचा विद्वान् गुरु जोहानीस मुल्लर यानें पृष्ठरज्जू (कॉर्डा डॉर्सेलिस ज्यापासून पाठीचा कणा तयार झालेला असतो तो) गर्भावस्थेंतील रज्जुमधील कित्येक गोलक व वनस्पतींतील गोलक यांच्यामधील विलक्षण साम्य श्वॅानच्या निदर्शनास आणलें होतें; व स्वतः श्वॅाननें बेडकाच्या पोराच्या कल्याच्या मृदु अस्थिमय आवरणामध्यें तसेंच साम्य असतें ही गोष्ट स्वतःच शोधून काढली होती. शिवाय फ्रीड्रिक हेन्ले यानें शोध करून असें ठरविलें होतें कीं, प्राण्यांची बाह्य त्वचा ज्या कणांची बनलेली असते ते कणहि दिसावयाला अगदीं गोलकांसारखे असतात. कित्येक प्राण्यांच्या घटकधातू गोलकमय असतात ही गोष्ट तर सूक्ष्म शारीरशास्त्राच्या अभ्यासकांनां चांगली ठाऊक झालेली होती. ही निरनिराळ्या वनस्पती व प्राणी यांतील साम्यता केवळ सहजगत्या उत्पन्न झाली असेल असें श्वॅानला वाटेना; परंतु त्याचा गूढ अर्थहि त्याला उकलत नव्हता. अशा परिस्थितींत असतांना, मूलघटकाकडे श्लीडेननें त्याचें लक्ष ओढलें. त्याबरोबर त्यानें असें अनुमान केलें कीं, वनस्पतींचे घटकधातू व प्राण्याचे घटकधातू यांच्यामध्यें जर खरोखर सारखेपणा असेल, आणि श्लीडेन म्हणतो त्याप्रमाणें वनस्पतींतील गोलकांमध्यें मूलघटकाचें इतकें महत्त्व असेल,तर प्राण्यांच्या शरीरघटकधातूंतल्या अंतिम परमाणूंतहि मूलघटक आढळून आलाच पाहिजे.

हें अनुमान पूर्णपणें बरोबर असल्याचें श्वॅाननें नंतर केलेल्या संशोधनावरून लवकरच सिद्ध झालें. प्राण्यांच्या घटकधातूंचें, विशेषतः त्यांच्या अस्पष्टावयवगर्भस्थितींतील घटकधातूंचें, सूक्ष्मदर्शकयंत्रांतून काळजीपूर्वक अवलोकन करून पाहिल्यावर असें आढळून आलें कीं, श्लीडेननें वर्णन केलेल्या प्रकारचे “ अपारदर्शक भाग ” अशा घटकधातूंत विपुल असतात; व ते या शरीरघटकांच्या रचनेंतील अत्यंत महत्त्वाचे भाग होत. हे मूलघटक बहुधा नियमित अन्तरावर आढळतात व त्यावरून घटकधातूंच्या ठराविक कोण्यांत ते असतात असें वाटतें; इतकेंच नव्हे तर अशा कोण्याच्यामध्यें असलेले पडदेहि कित्येक ठिकाणीं स्पष्ट दिसतात. या एकंदर संशोधनावरून श्वॅानची खात्री झाली कीं, त्याचें मूळचें अनुमान अगदीं बरोबर आहे. प्राण्यांच्या शरीरघटकधातूंतील मूळ कण व वनस्पतींतील अंतिम कण—ज्यांनां वनस्पतिशास्त्रज्ञ गोलक म्हणतात या दोहोंत अगदीं मुळींच फरक नसतो. श्वॅाननें गोलक हेंच नांव कायम ठेवल्यामुळें हा त्याचा सिद्धांत गोलकसिद्धांत म्हणून लवकरच सर्वत्र प्रसिद्ध झाला. या विषयावरचा आपला ग्रंथ त्यानें १८३९ मध्यें म्हणजे श्लीडेनचा निबंध प्रसिद्ध झाल्यानंतर थोडक्याच महिन्यांनीं प्रसिद्ध केला.

या ग्रंथामध्यें श्वॅानला वनस्पती व प्राणी यांच्या शरीरघटकांमध्यें पूर्ण साम्य असतें, हें मुख्य मत प्रस्थापित करावयाचें होतें; आणि तत्सूचक नांव त्यानें आपल्या ग्रंथाला दिलें होतें. सर्व वनस्पतींचे शरीरघटक गोलकमय असतात हा सिद्धान्त मान्य करूनच पुढें त्यानें प्राण्यांचे शरीरघटकहि गोलकमयच असतात असें प्रस्थापित करण्याचा त्या ग्रंथांत प्रयत्न केला होता. या ठिकाणीं गोलक याचा अर्थ श्लीडेन व श्वॅान यांचा एकच होता, व तो सर्व बाजूंनीं पडदा असलेली पोकळी, हा होय. श्वॅानची अशी समजूत होती कीं, सर्व घटकधातूंचे अंतिम घटकावयव हे असले पोकळ गोलकच होत. व गोलकाचें बाह्य आवरण व मूलघटक हेच गोलकांतले महत्त्वाचे भाग होत. या गोलकांमध्यें पातळ रस भरलेला

असतो ही गोष्ट त्याला ठाऊक होती. पण बाह्य आवरणाच्या मानानें आंतील रस हा कमी महत्त्वाचा भाग होय असें त्याचें मत होतें. मूलघटक हा भागहि महत्त्वाचा असल्याचें त्याला कबूल होतें. कारण त्यांतूनच मूळ गोलक तयार होतो. नंतर बाह्य आवरण लवकरच तयार होऊन आंतील रसापासून अलग होतें; पण मूलघटक मात्र बाह्य आवरणाला चिकटलेला असतो. इतकेंच नव्हे तर तो बाह्य आवरणाचाच भाग असतो हें मतहि त्याला ग्राह्य असल्याचें त्याच्या ग्रंथांतील मजकुरावरून दिसतें. तथापि हा मूलघटक पूर्णावस्थेस पोहोंचलेल्या गोलकांत शिल्लक राहत नाहीं असें त्याला खात्रीपूर्वक वाटत असे.

प्राणी व वनस्पती यांच्या शरीरघटकधातूंची वाढ एक सारख्याच रीतीनें होते व या दोघांच्या घटकधातूंतील अंतिम घटक हे गोलक होत, हा सिद्धांत अनेक सूक्ष्मदर्शक यंत्रज्ञांनीं काळजीपूर्वक जमविलेल्या पुराव्यावरून पुष्टि मिळून पूर्णपणें लवकरच प्रस्थापित झाला; व त्यामुळें श्वॅनचा ग्रंथ बहुतेक प्रसिद्ध झाल्यापासूनच सर्वमान्य होऊन बसला. मात्र हा शोध श्वॅननें प्रथम लावला ही गोष्ट दुसरे अनेक संशोधक मान्य करीनात. इंग्रज सूक्ष्मदर्शकयंत्रज्ञ व्हॅलेंटिन हा त्यापैकीं एक होता. त्यानें स्वतः श्वॅनच्या दिशेनेंच संशोधन चालविलें होतें. या त्याच्या म्हणण्यांत थोडेंसें तथ्यहि दिसत होतें, परंतु अशा प्रकारचें संशोधन व्हॅलेंटिनप्रमाणें हेन्ले, टरपिन, ड्युमॉर्टियर, पुर्किंजे व मुल्लर यांनींहि चालविलें होतें; व त्या सर्वांच्या लेखांतले उतारे श्वॅननें आपल्या ग्रंथांत दिले होते. शिवाय या सर्व संशोधकांच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या कित्येक इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनींहि गोलकसिद्धान्ताची अस्पष्ट कल्पना पुढें मांडली होती. त्यांत विशेष लक्षांत घेण्यासारखे शास्त्रज्ञ म्हणजे मागील शतकाच्या अखेरीस होऊन गेलेला कॅस्पर फ्रीड्रिक वुल्फ व १८०७ च्या सुमाराचा ट्रेव्हिरेनस हे होत. परंतु एखाद्या शोधाबद्दल नुसती अस्पष्ट कल्पना असणें हें निराळें, आणि तो शोध स्पष्टपणें सिद्धान्ताच्या स्वरूपांत जगापुढें मांडून त्यांतून दुसरे अनेक शोध लागतील इतकी परिस्थिति उत्पन्न करून देणें हें वेगळें. अशा तऱ्हेचे वाद शास्त्राच्या दुसऱ्या अनेक शाखांतहि उत्पन्न झाले असल्याचीं उदाहरणें मागें आपणांस अनेकदां आढळलीं आहेतच. तात्पर्य, "सावयवी जीवकोटी–प्राणिवर्गांतील व वनस्पतिवर्गांतील–परस्परांहून प्रत्यक्ष कितीहि भिन्न असल्या तरी त्यांचे मूळ शरीरघटक एका विश्वव्यापी तत्त्वानुसारच वृद्धि पावलेले असतात आणि तें तत्त्व म्हणजे गोलक तयार होणें हें होय." अशा स्पष्ट भाषेंत जेव्हां श्वॅननें आपला सिद्धान्त मांडला, तेव्हां त्यानें एक अगदीं नवा नियम शोधून काढला, आणि सूक्ष्मदर्शकयंत्रज्ञांनां संशोधानाकरितां एक नवें क्षेत्र निर्माण करून दिलें यांत बिलकुल शंका नाहीं. म्हणून १८३९ मध्यें श्वॅनचा ग्रंथ प्रसिद्ध झाला तेव्हांपासून इंद्रियविज्ञानशास्त्रांत एका नव्या युगाला आरंभ झाला असेंच म्हटलें पाहिजे.

गोलकसिद्धांताचें विशदीकरण.—श्वॅनला आपला गोलकसिद्धांत प्रस्थापित करण्याकरितां गर्भांच्या घटकधातूंचें बारकाईनें परीक्षण करण्याची जी बुद्धि झाली ती पुष्कळ अंशीं रशियन विद्वान् कार्ल अर्न्स्ट व्हॉन बेर याच्या एका लेखाच्या परिणामामुळें झाली यांत शंका नाहीं. बेरनें यापूर्वी सुमारें दहा वर्षे पिंडवृद्धिशास्त्रासंबंधीं लिहिलेल्या आपल्या सुप्रसिद्ध ग्रंथाचा पहिला भाग प्रसिद्ध केला असून त्यांत दिलेलीं त्याचीं मतें झपाट्यानें मान्य होत चाललीं होतीं. त्याचें श्रेय जर्मनींतील जोहेन्स मुल्लर व इंग्लंडमधील विल्यम बी. कार्पेंटर या दोन प्रसिद्ध विद्वानांनीं व इतर कांहीं शास्त्रज्ञांनीं त्या मतांचा जो पुरस्कार केला त्याला, व सुधारलेल्या सूक्ष्मदर्शकयंत्रानें सूक्ष्म शारीरशास्त्राबद्दल लोकांमध्यें जी आवड उत्पन्न केली होती त्या गोष्टीला आहे. श्वॅनच्या संशोधनानें तर हें सर्वांच्या स्पष्टच निदर्शनास आणून दिलें कीं, प्राण्यांतील गोलकांसंबंधाचें संशोधन करण्याकरितां हेंच सर्वांत उत्तम क्षेत्र आहे. यामुळें संशोधनक्षेत्रांत पुष्कळ विद्वान् शिरले. या सर्वांच्या संशोधनांनीं गोलक हेच सर्वत्र मूळ असतात हा श्वॅनचा सिद्धान्तच पूर्णपणें खरा ठरला. प्राण्याच्या शरीराचे घटकावयव रक्तवाहिन्यांतून निघणाऱ्या एक प्रकारच्या द्रव्याचे बनलेले असतात अशी जी कल्पना फार दिवसांपासून चालत आलेली होती ती आतां त्याज्य ठरली; आणि प्राण्याच्या शरीरांतील गोलकांची वाढ वनस्पतींतील गोलकांप्रमाणेंच होते हा श्वाननें पुढें मांडलेला सिद्धान्त सर्वांनां मान्य झाला. तथापि प्राणिवर्ग व वनस्पतिवर्ग या दोन वर्गांतील गोलकांमध्यें सादृश्यसंबंध सर्वांशीं पूर्णपणें असतो ही गोष्ट सामान्यपणें आणखी कांहीं कालपर्यंत सर्वांच्या लक्षांत आली नव्हती.

वनस्पतींतील गोलकांचें बाह्य वेष्टन आणि प्राण्यांतील गोलकांचें बाह्य आवरण ज्या द्रव्यांचें बनलेलें असतें, तीं दोन द्रव्यें अगदीं निरनिराळ्या प्रकारचीं असतात अशी ठाम समजूत त्या वेळीं असल्यामुळें, व बाह्य वेष्टन हाच गोलकाचा अत्यंत महत्त्वाचा भाग असें वाटत असल्यामुळें वरील दोन वर्गांचे गोलक कांहीं अंशीं तरी परस्पर भिन्न असणार ही गोष्ट उघड उघड खरी दिसत होती. आणि म्हणूनच हें मत त्या वेळीं सरसहा ग्राह्य मानलें गेलें होतें. परंतु जसजसा काळ लोटत गेला तसतसें अनेक संशोधकांचें लक्ष गोलकाच्या आंत असलेल्या द्रव्याकडे व त्याच्या विशिष्ट गुणधर्मांकडे जाऊं लागलें, व पूर्वी वाटत होतें त्याहून या आंतील द्रव्याचें महत्त्व अधिक आहे किंवा काय तें शोधून काढण्याकडे ते वळले. त्यांपैकीं विशेषतः ट्यूबिंजेन विश्वविद्यालयांतील वनस्पतिशास्त्राचा अध्यापक डॉ. ह्यूगो व्हॉन मोहल यानें वनस्पतिगोलकांचें सर्व बाजूंनीं जें सूक्ष्म संशोधन चालविलें होतें त्यांत गोलकांचें आंतील द्रव्य कांहीं चमत्कारिक व विशेष प्रकारचें असतें, ही गोष्ट त्याच्या मनावर ठसली. त्याला असें आढळून आलें कीं, "सरसकट असल्या गोलकांत

अपारदर्शक चिकट पातळ रस असतो व त्यांत कण मिसळलेले असतात." असला रस व कण मिळून गोलकाचें आंतील द्रव्य बनलेलें असून कांहीं विशिष्ट परिस्थितींत या द्रव्यामध्यें चांगली गति उत्पन्न झालेली दिसते; व त्यांतील भाग पृथक् होऊन निरनिराळे प्रवाह वाहूं लागतात, ही गोष्ट पाहिल्यावर त्याच्या मनावर विशेषच परिणाम झाला.

गोलकांतील द्रव्यामध्यें दिसून येणारी ही गति फार पूर्वी १७७४ मध्यें बोनाव्हेन्टुरा कोर्टी या शास्त्रज्ञाच्या अवलोकनांत आलेली होती. त्यानंतर १८०७ मध्यें ट्रेव्हिरॅनस यानें ती पुन्हां शोधून काढली. या दोघां संशोधकांनीं तिला "गोलकांतल्या जीवनरसांतील परिभ्रमण" असें अत्यंत अयोग्य नांव दिलें होतें. परंतु वर सांगितलेला प्रवाही पदार्थ या जीवनरसापेक्षां अगदीं निराळा असला पाहिजे ही गोष्ट व्हॉन मोहलच्या लक्षांत आली. इलींडेन म्हणत असे त्याप्रमाणें गोलकांतील मूलघटक बाह्य आवरणाला चिकटलेला नसून आंतील रसांत असतो असें मोहल जोरानें प्रतिपादन करूं लागला. गोलकाच्या आंतील भागांत हिरवट रंगाच्या द्रव्याचे जे कण व जीं इतर द्रव्यें असतात तीं 'अपारदर्शक चिकट रसामध्यें' अन्तर्भूत होतात ही गोष्ट त्यानें पाहिलेली होती; त्यामुळें १८४६ मध्यें सर्व गोलकांत आढळून येणाऱ्या या द्रव्याचें मोहलला इतकें महत्त्व वाटूं लागलें कीं, त्यानें त्याला 'जीवनरस' (प्रोटोप्लॅझम) असें नांव दिलें. तथापि या योगानें, बाह्य वेष्टनाला महत्त्व कमी असतें, असें म्हणण्याचा त्याचा हेतु नव्हता. १८४४ मध्यें पेननें असें प्रतिपादन केलें होतें कीं, हलक्या व श्रेष्ठ सर्व प्रकारच्या वनस्पतीच्या गोलकांचीं वेष्टनें बहुतेक एकाच द्रव्याचीं, पेशीद्रव्याचीं (सेल्युलोज) बनलेलीं असतात. या मतामुळें गोलकवेष्टन हाच खरोखर महत्त्वाचा भाग असून आंतील जीवनरसमय द्रव्य हा त्याहून कमी महत्त्वाचा भाग आहे या समजुतीला अधिक बळकटीच आली.

प्राणिविषयक सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्राच्या अभ्यासकांनीं प्राण्यांतील शरीरघटकांचा जो अभ्यास चालविला होता त्यावरून गोलकवेष्टनापेक्षां गोलकांतील द्रव्याचें महत्त्वच अधिक आहे, ही गोष्ट अधिकाधिक पटत चालली होती. या अभ्यासकांनांहि गोलकांमध्यें पातळ, चिकट रस असतो व त्याला गति असते असें आढळून आलें. याला डुजार्डिननें सार्कोड प्राण्यांतील जीवनरस असें नांव दिलें. कोलिकर, नागेली, बिस्चॉफ वगैरे कित्येक संशोधकांच्या परिश्रमामुळें लवकरच असें कळून आलें कीं, प्राणिकोटींतील अनेक साध्या शरीररचनेचे प्राणी या सार्कोड द्रव्याचेच बनलेले असतात; व अशा प्राण्यांमध्यें या जीवनरसाभोंवतीं गोलकवेष्टन मुळींच नसतें. तसेंच उच्च कोटींतील प्राण्यांमध्येंहि कांहीं गोलकांनां—उदाहरणार्थ, रक्तांतील गोलकांनांहि वेष्टन नसतें. तसेंच ज्या गोलकांतला सार्कोड वहात असल्यामुळें इकडेतिकडे हालत असून ज्याचा आकार विशेष बदलत असतो अशा गोलकांनांहि वेष्टन नसतें किंवा असलें तरी तें फारसें महत्त्वाचें नसतें.

यामुळें सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञांनीं असा प्रश्न उपस्थित केला कीं, गोलकवेष्टनापेक्षां गोलकान्तर्द्रव्य हें खरोखरच अधिक महत्त्वाचें असतें कीं काय. अधिकाधिक संशोधनानें शेवटीं हाच सिद्धान्त मान्य करावा लागला कीं, गोलकान्तर्द्रव्य हेंच अधिक महत्त्वाचें होय. परंतु येणेंप्रमाणें गोलकान्तर्द्रव्याकडे सगळें लक्ष लागल्यानंतर तावडतोब हेंहि उघड झालें कीं, वनस्पतीमधील अंतिम परमाणु व प्राण्यांतील अंतिम परिमाणु यांमध्यें पूर्वी वाटत होतें त्याहून फारच निकट साम्य आहे. वनस्पतींच्या व प्राण्यांच्या गोलकांचें बाह्य आवरण हा केवळ दुय्यम प्रतीचा भाग होय ही गोष्ट मान्य झाल्यावर, वनस्पतींतील जीवनरस व प्राण्यांतील जीवनरस हे दोन्ही दिसण्यांत व गुणधर्मांच्या बाबींतहि फार परस्परांशीं आश्चर्यकारक प्रमाणांत असतात ही गोष्ट मान्य होण्याचा मार्ग स्पष्ट झाला. त्यांचें जों जों सूक्ष्म अवलोकन होऊं लागलें तों तों दोहोंमधील साम्य अधिकाधिक लक्षांत भरूं लागलें; आणि शेवटीं १८६० च्या सुमारास हीनरिच डी बेरी आणि मॅक्स शूल्टझ यांनीं असें निश्चित प्रतिपादन केलें कीं, प्राणी व वनस्पती दोन्ही कोटींतील गोलक सर्व साधारणपणें एकसारखेच असतात. याच्या पूर्वी रॅमकनें अशाच प्रकारचा सिद्धान्त ठरविला होता, आणि व्हॉन मोहलनें योजिलेला जीवनरस हाच शब्द प्राण्यांच्या गोलकांतील द्रव्यालाहि लाविला होता; आतां हाच शब्द सर्वजण वापरूं लागले आहेत. येणेंप्रमाणें प्राणी व वनस्पती या दोहोंतील जीवाचा मुख्य शारीरिक आधार हाच जीवनरस होय ही गोष्ट सर्वत्र मान्य झाल्यामुळें तेव्हांपासून या जीवनरसाला इंद्रियविज्ञानशास्त्राच्या जगांत अत्यंत महत्त्व प्राप्त झालें. अशा रीतीनें प्राणी व वनस्पती या दोन सजीव कोटींची वाढ सारख्याच तऱ्हेनें होत असते हा जो श्वॅनचा सिद्धान्त त्याला न्यायतः अवश्य असें विस्तृत व पूर्ण स्वरूप प्राप्त झालें. वास्तविक याचा अर्थ असा होतो कीं, श्वॉननें गोलक म्हणून ज्याला म्हटलें होतें तो आतां उरतच नाहीं. गोलक हा शब्द जरी पुढील शास्त्रज्ञांनीं कायम ठेवला होता, तरी पूर्वीप्रमाणें एक लहानशी पोकळी हा त्याचा अर्थ मात्र उरला नव्हता. शूल्टझनें नंतर त्याची व्याख्या अशी दिली कीं, "गोलक म्हणजे जीवाच्या गुणधर्मांनीं युक्त असलेला जीवनरसाचा एक लहानसा बिंदु." या व्याख्येमध्यें आणखीहि एक सुधारणा होऊन तिचें स्वरूप मर्यादित झालें; या फरकाची माहिती पुढें लवकरच येणार आहे. तथापि प्राणी व वनस्पती यांच्या शरीररचनेंतील महत्त्वाचा अंतिम घटक हा जीवनरसाचा बिंदु होय; व अशा बिंदूभोंवतीं वेष्टन कोठें असतें, कोठें नसतें या सिद्धांताची इंद्रियविज्ञानशास्त्रविषयक माहितीमध्यें कायमची भर पडली यांत शंका नाहीं. गोलकाचें कवच हाच महत्त्वाचा भाग होय अशी पूर्वीची कल्पना होती; पण वास्त-

विक या कवचाचें महत्त्व फारसें नाहीं, ही गोष्ट आतां ठाम ठरली.

श्लीडेन व श्वॉन यांचा सिद्धान्त आणखी एका महत्त्वाच्या बाबतींत मर्यादित करण्यांत आला. ही बाब गोलकाच्या उत्पत्तीबद्दलची होय. गोलकाच्या आंतील द्रव्यापैकीं एका कणाभोंवतीं–याला श्लीडेननें आद्यबिंदुद्रव्य असें नांव दिलें होतें–मूलघटक द्रव्य जमण्यास सुरवात होऊन अशा रीतीनें गोलक तयार होतो. परंतु व्हॉन मोहलनें बऱ्याच पूर्वी १८३५ मध्यें अशी गोष्ट नजरेस आणून दिली होती कीं, वनस्पतींत नवे गोलक पूर्वी अस्तित्वांत असलेल्या गोलकांचे विभाग पडून उत्पन्न होत असतात. त्या काळचा दुसरा एक प्रमाणभूत शास्त्रज्ञ इन्हेनवर्ग याचें म्हणणें असें होतें कीं, अशा प्रकारची विभागणी होत नसते; आणि अशा रीतीनें या प्रश्नासंबंधानें वाद चालू असतां श्लीडेननें स्वतःचा नवा शोध म्हणून असें जाहीर केलें कीं, मूळ पितृस्थानीं असलेल्या अशा गोलकाच्या आंत दुसरा स्वतंत्र गोलक तयार होत असतो. या श्लीडेनच्या शोधामुळें बराच काळ व्हॉन मोहलनें वर्णन केलेल्या विभागणच्या क्रियेकडे दुर्लक्ष झालें होतें. गोलकाच्या उत्पत्तीसंबंधानें पुढील कांहीं वर्षांत अनेक संशोधकांकडून अनेक प्रकारच्या कल्पना पुढें मांडण्यांत आल्या, आणि त्या बऱ्याच प्रचलितहि झाल्या. तथापि व्हॉन मोहलनें पुन्हां पुन्हां आपला सिद्धान्त पुढें मांडला, तो हा कीं, नवे गोलक फक्त दोनच रीतींनीं बनत असतात–" त्या पैकीं एक जुन्या गोलकांचे विभाग पडून त्यामुळें; व दुसरी, गोलकाच्या पोकळीमध्यें स्वतंत्र असलेल्या दुय्यम गोलकापासून गोलक उत्पन्न होणें; या दोनच रीती आहेत."

परंतु हळूहळू उंगर, नागेली, कोलीकर, रिम्चार्ट, आणि रॅमॅक या शास्त्रज्ञांच्या बिनचूक संशोधनामुळें गोलकापासूनच गोलक उत्पन्न होतात हा व्हॉन मोहलचा सिद्धान्त बरोबर असल्याचें ठरत चाललें, आणि अखेर १८६० मध्यें रुडॉल्फ विरचो यानें हा प्रश्न कायमचा सोडविला. एका गोलकाची उत्पत्ति दुसऱ्या गोलकापासून होते, हें वाक्य त्या वेळेपासून इंद्रियविज्ञानशास्त्राचें सर्वमान्य तत्त्व होऊन बसलें. पुढें अधिक सुधारलेल्या पद्धतीनें झालेल्या संशोधनावरून असें निदर्शनास आलें कीं, नवे गोलक बनण्याच्या वेळीं गोलकांतल्या ज्या भागांमध्यें प्रथम फरक होतो तो भाग म्हणजे अत्यंत महत्त्वाचा मूलघटक हा व अशा रीतीनें फ्लेमिंगच्या एका मूलघटकाची उत्पत्ति दुसऱ्या मूलघटकापासून होते या सिद्धान्ताची वरील सिद्धान्ताला जोड देण्यांत आली. येणेंप्रमाणें श्वॉन व श्लीडेन मूलघटकाला जें महत्त्व देत असत, तितकें महत्त्व पण निराळ्या स्वरूपांत त्याला पुन्हां प्राप्त झालें. मूलघटक हा मूलगोलकेतर द्रव्यापासून तयार होऊन त्यापासून पुढें सर्व गोलक तयार होतो व नंतर हा मूलघटक नाहींसा होतो; अशी जी या मूलघटकाबद्दल समजूत होती, ती नाहींशी होऊन त्या ऐवजीं आतां, मूलघटक हा प्रत्येक गोलकांतला केंद्ररूप व कायम टिकणारा भाग असून तो गोलक अस्तित्वांत असेपर्यंत नाश पावत नाहीं. तो पूर्वी अस्तित्वांत असलेल्या दुसऱ्या एखाद्या मूलघटकापासून विभागणीच्या क्रियेनें उत्पन्न झालेला असतो, आणि नंतर त्याचे विभाग पडून त्यापासून दुसरे नवे मूलघटक तयार होत असतात, अशा प्रकारचें स्वरूप मूलघटकाला प्राप्त झालें. गोलक या शब्दाची आतां अखेरची सुधारणा होऊन व्याख्या ठरली ती "गोलक म्हणजे मूलघटकानें युक्त असलेला जीवनरसाचा एक लहान बिंदु."

गोलकसिद्धान्ताला हें जें विस्तृत व अखेरचें सर्वव्यापक स्वरूप प्राप्त झालें, त्यावरून हें स्पष्ट झालें कीं, प्रत्येक सचेतन सावयवी व्यक्ति, मग ती वनस्पतिकोटींतील असो किंवा प्राणिकोटींतील असो, मूलघटकयुक्त अशा गोलकांच्या समुदायाची बनलेली असते, व या समुदायांतील सर्व गोलक गर्भाशयांतील मूळच्या एका आद्यगोलकापासून परंपरेनें निर्माण झालेले असतात. उच्च दर्जाच्या सावयवी प्राण्यांच्या जातींतील परिणत स्वरूपाप्रत पोहोंचलेल्या व्यक्ती तयार होत असतां एकामागून एक जे नवेनवे गोलक उत्पन्न होतात त्यांनां आकार व विशिष्ट कार्यें या बाबतींत अत्यंत आश्चर्यकारक अशी भिन्नता प्राप्त होत असते; श्रमविभागाच्या तत्त्वानुसार निरनिराळीं विशिष्ट कार्यें करणारे गोलकांचे विशिष्ट समुदाय बनत जातात; परंतु आरंभापासून अखेरपर्यंत, प्रत्येक गोलकांत अत्यंत प्राथमिक स्वरूपांत तरी ज्या कार्यशक्तीचें बीज नाहीं असें कार्य करणारे गोलक मात्र नवीन कधींहि उत्पन्न होऊं शकत नाहींत; त्याचप्रमाणें एखादा गोलक एखादें विशिष्ट कार्य करण्याकरितां लागणारें अत्यंत परिणत स्वरूप पावला असला तरी त्याच्या अंगची आद्य शक्ति पूर्णपणें नष्ट होऊन जात नाहीं. तात्पर्य, आतां इंद्रियविज्ञानशास्त्राचा अभ्यास म्हणजे गोलकांतील निरनिराळ्या कार्यप्रवृत्तींचा अभ्यास अशा प्रकारचें स्वरूप या शास्त्राला प्राप्त झालें. व यामुळें गोलकसिद्धान्ताची परिणति ही १९ व्या शतकांतील इंद्रियविज्ञानशास्त्रांतली एक अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट होय. या सिद्धान्ताची पुढें आणखी झालेली वाढ अवलोकन करण्याचा प्रसंग पुढील विवेचनांत दुसऱ्या एका विषयाच्या अनुषंगानें यावयाचा आहे, म्हणून ह्या मुद्द्याचें विवेचन तूर्त येथेंच थांबवूं.

प्राणिविषयक रसायनशास्त्र.—उपरिनिर्दिष्ट आश्चर्यकारक गोलकसिद्धान्त प्रस्थापित करण्याचे मार्ग सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें ज्या वेळीं मोकळे करून दिले त्याच सुमारास कित्येक निरनिराळ्या संशोधकांनीं सचेतन सावयवी जीवासंबंधानें एका निराळ्याच प्रकारचें संशोधन करण्याची दिशा जगापुढें मांडण्याचा उपक्रम चालविला होता. इंद्रियविज्ञानशास्त्रविषयक रसायनशास्त्रामध्यें दोन मोठाले पंथ त्या वेळीं उत्पन्न झालेले होते. एक लीबिग व वोहलर यांच्या नेतृत्वाखालीं जर्मनीमध्यें होता, व दुसरा सुप्रसिद्ध फ्रेंच विद्वान् जीन बॅप्टिस्ट ड्यूमास

ह्याच्या हाताखालीं फ्रान्समध्यें काम करीत होता. लीविगचा वैद्यकशास्त्राचा अभ्यास करण्याचा विचार एक वेळ होता, व डयूमासनें रसायनशास्त्राकडे विशेष प्रकारें लक्ष देण्यास सुरुवात करण्यापूर्वी जेनेवा येथें प्रीव्होस्ट या नांवानें त्यानें इंद्रियविज्ञानशास्त्राच्या क्षेत्रांत चांगलें प्राविण्य संपादन केलें होतें. अशा प्रकारें या दोघांहि विद्वानांच्या मनामध्यें, व त्याचप्रमाणें बोहलरच्या मनांतहि सचेतन जीवांतील शरीरघटकांच्या कार्याशीं रसायनशास्त्राच्या ज्या अंगाचा संबंध येतो त्या अंगाच्या संशोधनासंबंधानें विशेष प्रकारची आवड उत्पन्न झालेली होती; आणि याच विद्वानांच्या प्रयत्नांनीं व त्यांच्याच अनुयायांच्या परिश्रमांनीं वहुतांशीं जीवनक्रियारूप व्यापार कांहीं अगदीं असामान्य नियमाप्रमाणें चालतात ही प्रचलित असलेली समजूत पार नष्ट करून टाकली; आणि इंद्रियविज्ञानशास्त्राला रसायनशास्त्रवेत्त्याच्या कक्षेंत आणून सोडलें. त्यामुळें ज्या वेळीं सूक्ष्मदर्शकयंत्रानें सचेतन सावयवी जीवांच्या शरीररचनेंतला गोलक हाच अत्यंत महत्त्वाचा भाग होय ही गोष्ट निदर्शनास आणून दिली त्याच सुमारास रसायनशास्त्रज्ञांनां हें कळून आलें होतें कीं, जीवाच्या शरीरांतील प्रत्येक व्यापार हा रासायनिक क्रियेनें होणाऱ्या फेरबदलाचा निदर्शक असतो. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे प्रत्येक गोलक लहानशा प्रमाणांत रसायनशास्त्राची प्रयोगशाळाच होय. आणि अशा रीतीनें शारीरशास्त्रज्ञ आणि रसायनशास्त्रज्ञ या दोघांचा दृष्टिकोन एक जमल्यामुळें, तोंपर्यंत पृथक् असलेल्या कार्यशक्ती एकत्र झाल्यामुळें, इंद्रियविज्ञानशास्त्रांतील असंशोधित प्रदेशांत १९ व्या शतकाच्या मध्याच्या सुमारास ज्या मोहीमा झाल्या त्या होणें शक्य झालें.

या संशोधकांनीं जे विषय प्रथम हातीं घेतले त्यांपैकीं एक फार दिवस भिजत पडलेला अन्नाच्या पचनासंबंधाचा प्रश्न असून त्याचें त्यांनीं पुन्हां संशोधन करून त्याचा वहुतेक निर्णय लावला. स्पॅलॅन्झेनी व हंटर यांनीं मागील शतकांत, पचन म्हणजे विविध अन्नांचें द्रवीकरण म्हणजे पातळ रस बनणें, असें निदर्शनास आणून दिलें होतें; परंतु त्यानंतर १८२४ पर्यंत त्याच्यापुढें फारसें संशोधन झालें नव्हतें. या सालच्या सुमारास प्रौटनें जाठररसांत हायड्रोक्लोरिक ॲसीड असतें ही गोष्ट शोधून काढली. त्यानंतर दहा वर्षांनीं स्प्रॉट व बाईड यांनीं जठराच्या बुळबुळीत कातडींत एका विशेष प्रकारच्या ग्रंथी असतात हा शोध लावला; आणि कॅम्ब्रिअर्ड ला टौर व श्वॉन यांनीं स्वतंत्रपणें असें शोधून काढलें होतें कीं, जाठररसामध्यें खरें कार्यकर्तें तत्त्व पाचक द्रव्य म्हणून एक निराळेंच असतें; व हें द्रव्य हायड्रोक्लोरिक ॲसिडचें अस्तित्व असल्यास कार्यप्रवृत्त होतें, असें श्वॉननें दाखवून दिलें.

बहुतेक याच सुमारास म्हणजे १८३६ मध्यें पुर्किंजे व पॅपेन्हीन यांनीं असा शोध लावला कीं, पचनक्रिया करण्याच्या कामीं जठराशिवाय दुसराहि एक अवयव-स्वादुपिंड नांवाचा —उपयोगी पडत असतो; आणि पुढील दहा वर्षांत एबर्ले, व्हॅलेंटिन व क्लॉड-इ-बर्नार्ड यांच्या संशोधक प्रयत्नांनीं हें आणखी कळून आलें कीं, या अवयवाचें महत्त्व पिष्टमय व चरबीयुक्त असलेले खाण्याचे पदार्थ पचविण्याच्या कामीं सर्वांत अधिक असतें. शिवाय हेंहि आढळून आलें कीं, अन्न पचून त्यांतील रस आकर्षून घेण्यासारखे तयार होण्याकरितां, यकृत, आंतड्यांतील ग्रंथी व त्याप्रमाणें लाळ या तिघांचाहि प्रत्येकीं विशेष महत्त्वाचा उपयोग असतो. तात्पर्य, पोटांत घेतलेले सर्वसाधारण खाण्यांतले पदार्थ चांगले पचले जाण्याकरितां निरनिराळ्या अनेक शक्ती एकत्र व्हाव्या लागतात.

आणि रसायनशास्त्रज्ञांनीं लवकरच हा शोध लावला कीं, पचनक्रियेला आवश्यक असलेल्या रसांपैकीं प्रत्येकामध्यें पेपसिनशीं कांहीं तरी साम्य आहे असें एक तरी द्रव्य असतेंच. पचनक्रिया होण्याकरितां आवश्यक असलेल्या या सर्व साधनांमध्यें एक गोष्ट सर्वांमध्यें सारखीच आढळते ती ही कीं, त्यांपैकीं प्रत्येकाच्या अंगीं, स्वतःचा नाश न होऊं देतां किंवा स्वतःमध्यें दिसण्यासारखा यत्किंचित् फेरबदलहि न होऊं देतां, खाण्याच्या पदार्थांपैकीं बऱ्याचशा मोठ्या भागावर प्रक्रिया करण्याचें सामर्थ्य असतें. या त्यांच्या अंगांतील विलक्षण गुणामुळें पाचकद्रव्य पेपसिन व त्याच्यासारखेच इतर पाचक रस यांनां क्षोभकारी द्रव्यें असें म्हणत असत; परंतु ताडीसारख्या क्षोभक द्रव्यापासून वरील रस पृथक्पणें ओळखतां यावे म्हणून अलीकडे त्यांनां फेनकद्रव्यें असें नांव देण्यांत येतें. या निरनिराळ्या फेनकद्रव्यांचें पृथक्करण, व त्यांच्यापैकीं प्रत्येकाच्या कार्याची यथातथ्य माहिती या दोन गोष्टींमुळें पचनक्रियेसंबंधाचें कोडें सोडविण्याच्या मार्गावर मोठीच मजल मारल्याप्रमाणें झालें. तथापि अद्यापहि या फेनकद्रव्यांच्या विलक्षण प्रक्रियेचें खरें अंतिम स्वरूप काय आहे यासंबंधानें पूर्ण अज्ञान आहे, ही गोष्ट येथें नमूद करून ठेवणें जरूर आहे.

व्यापक दृष्टीनें असें म्हणतां येईल कीं, पचनेंद्रियें हीं बाह्य जग आणि सावयवी जीवाच्या शरीरांतील अंतस्थ गोलक यांच्यामधील दरवाजाप्रमाणें आहेत. त्याचप्रमाणें फुप्फुसें हा दुसरा एक तितक्याच महत्त्वाचा दरवाजा आहे; आणि इंद्रियविज्ञानविषयक रसायनशास्त्राचें पुन्हां संशोधन होऊं लागलें त्या सुमारास या फुप्फुसांतील व्यापार बरोबर कशा रीतीनें चालतात या प्रश्नासंबंधानेंहि बरेंच अज्ञान होतें. श्वासोच्छ्वासाची क्रिया चालू असतां, प्राण वायु ग्रहण केला जाऊन कर्बाम्ल वायु बाहेर टाकण्यांत येतो ही गोष्ट प्रिस्टले व लाव्हाझिए यांच्या काळांतल्या रसायनशास्त्रज्ञांनीं स्पष्टपणें निदर्शनास आणून दिलीच होती; परंतु त्या वेळीं अशी एक चुकीची समजूत प्रचलित होती कीं शरीरांतील महत्त्वाची जी ज्वलनक्रिया ती या फुप्फुसांमध्येंच होत असते; व त्यामधून उत्पन्न होणारा मुख्य पदार्थ कार्बानिक ॲसिड हा होय. परंतु आतां शरीररचनेंतला अंतिम घटक

जो गोलक त्याच्याकडे विद्वानांचें लक्ष वेधलें गेलें असल्यामुळें वरील चुकीची कल्पना फार दिवस टिकणें शक्य नव्हतें; आणि १८४२ या सालांतच लीबिगची, प्राण्यांच्या शरीरांतील उष्णतेसंबंधानें माहिती मिळवीत असतां, अशी खात्री पटली कीं, ज्वलनाची जी वास्तविक क्रिया चालते ती फुप्फुसामध्यें नसून ज्या अंतिम शरीरघटकांनां रस पोहोंचविण्याचें काम फुप्फुसें करीत असतात त्या शरीरघटकांमध्यें चालते. लीबिगनें लाव्हाझिएचीच कल्पना आधारास घेऊन व तिच्यांत कांहीं फेरबदल करून व भर घालून असें प्रतिपादन सुरू केलें, व इतरांचा विरोध चालू असतांच असा निर्णायक सिद्धान्त केला कीं, प्राण्यांच्या शरीरांतील उष्णता जठर व फुप्फुसें यांच्या द्वारें जें ज्वलनद्रव्य आंत घेतलें जातें त्याच्या दहनापासून उत्पन्न होत असते. शरीराचे व्यापार, सावयवी जीवाचे जे अंतिम घटक गोलक त्यांच्यामध्यें चालू असलेली उपरिनिर्दिष्ट ज्वलनरूपी विनाशक क्रिया तिच्यामधून बाहेर पडणाऱ्या शक्तीच्या जोरावर चालत असतात, ही गोष्टहि त्यानें इतरांनां स्पष्टपणें दाखविली. त्याचें म्हणणें थोडक्यांत पुढीलप्रमाणें आहे.

अन्नांतील मूलद्रव्यें आणि रुधिराभिसरणावरोवर शरीरांतील प्रत्येक भागांत जाणारा ऑक्सिजन वायु यांची परस्परांवर जी क्रिया होत असते, तीपासून शरीरांतील उष्णता उत्पन्न होते. सर्व प्रकारच्या हवेमध्यें, मग त्यांत केवढाहि मोठा फरक असो, प्राण्यांच्या शरीरांतील उष्णतामान सारखेंच असतें. याचें कारण, शरीरांतील उष्णता जितक्या प्रमाणांत बाहेर पडत असते तितक्याच प्रमाणांत ती शरीरांत झपाट्यानें उत्पन्न होत असते. मनुष्याचें शरीर भट्टीप्रमाणें असून अन्न हें त्याचें जळण आहे. ऑक्सिजनचा योग्य पुरवठा केल्यानें ज्वलनाची क्रिया सुरू होऊन उष्णता उत्पन्न होते. कांहीं ठराविक वेळांत श्वासोच्छ्वासावरोवर जितका कमीजास्त ऑक्सिजन शरीरांत जातो त्या मानानें त्यांत उष्णता उत्पन्न होते. उदाहरणार्थ, लहान मुलांच्या शरीराचें उष्णतामान १०२, मोठ्या माणसांचे ९९.५, पक्ष्यांचें १०४-१०५.४ चतुष्पाद प्राणी ९८.५,-१००.४, इत्यादि अंश असतें. सर्वच प्राण्यांचें रक्त उष्ण असतें, पण ज्या प्राण्यांनां फुप्फुसें असतात त्यांचें उष्णतामान मात्र मध्यम द्रव्याच्या उष्णतेवर अवलंबून असतें.

रक्तगोलक, स्नायू व ग्रंथी.—पुढील संशोधनावरून असें दिसून आलें कीं, श्वासक्रियेवरोवर फुप्फुसांत येणारा ऑक्सिजन तेथून नेऊन अंतिम शरीरघटकामध्यें सोडण्याचें काम रक्तांतले तांबडे कण करीत असतात. या कणांचें काम केवळ रक्ताचें मिश्रण करण्याचें असतें, अशी पूर्वी समजूत होती. रक्तांतले तांबडे कण मुख्यतः ज्या द्रव्याचे बनलेले असतात तें द्रव्य पैलूमय स्वरूपांत प्रथम १८६५ मध्यें कूहननें निराळें काढलें होतें, व त्याला हिमोग्लोबिन (रक्तरंजक द्रव्य) असें नांव दिलें होतें. या द्रव्याच्या अंगीं ऑक्सिजन आकर्षण करून घेण्याची विलक्षण शक्ति असते; व त्यामुळें फुप्फुसांतला ऑक्सिजन हें द्रव्य फार आतुरतेनें ओढून घेतें; आणि शरीरांतील दूरदूरच्या गोलकांमधून जात असतां तितक्याच तत्परतेनें आपल्यांतील ऑक्सिजन सोडून देत असतें. यांत जेव्हां ऑक्सिजन भरलेला असतो तेव्हां तें ऑक्सिहिमोग्लोबिन (ऑक्सिजनयुक्त रक्तरंजक द्रव्य) बनतें, व त्या वेळीं याचा रंग तांबडा असतो; आणि जेव्हां याच्यांतील ऑक्सिजन बाहेर पडून जातो त्या वेळीं त्याला जांभळा निळा रंग येतो, व यामुळेंच धमन्यांतल्या आणि शिरांतल्या रक्ताचा रंग फारच निरनिराळा असतो. दोहोंतला रंग इतका भिन्न भिन्न असण्याचें कारण काय, हें मागील काळांतल्या इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांपुढें एक मोठेंच कोडें होतें.

रक्तांतल्या तांबड्या रंगाच्या कणांचें हें अत्यंत महत्त्वाचें कार्य पुराव्यानिशीं सिद्ध होतांच ह्या अत्यंत सूक्ष्म व असंख्य कणांबद्दल आणखी माहिती मिळविण्याचे प्रयत्न साहजिकच पुन्हां सुरू झाले. त्यांत असें आढळून आलें कीं, एकाच व्यक्तीच्या हयातींत निरनिराळ्या वयांत या कणांची संख्या पुष्कळच कमीअधिक असूं शकते; यावरून अर्थातच असें ठरतें कीं, ते वयांत आलेल्या सावयवी जीवाच्या शरीरांत नवीन उत्पन्न होऊं शकतात, आणि नाश पावूं शकतात. आणखी बऱ्याचशा संशोधनांतीं हें निःसंशय सिद्ध झालें कीं, या रक्तगोलकांची उत्पत्ति होणें व नाश होणें या दोन्ही गोष्टी अगदीं सामान्य आहेत—म्हणजे थोडक्यांत अर्थ असा कीं, मोठें परिणत स्वरूप पावलेल्या जीवाप्रमाणें या रक्तगोलकांनांहि उत्पत्ति, स्थिति आणि लय या सर्व अवस्था प्राप्त होत असतात. ते हाडांतल्या तांबड्या रंगाच्या मज्जेमध्यें तयार होत असतात, आणि पित्ताशयामध्यें नाश पावतात व ते नाश पावत असतांना पित्ताला असलेला रंग प्राप्त होण्यास मदत होत असते. या रक्तगोलकांची उत्पत्ति व विनाश होण्याची शरीरांत आणखी दुसरी कोणतीं ठिकाणें आहेत किंवा काय या गोष्टीचा अद्याप पूर्णपणें निर्णय झालेला नाहीं. तसेंच, रक्तांतले तांबड्या रंगाचे कण हे वास्तविक पूर्णपणें स्वतंत्र गोलक आहेत, किंवा खऱ्या गोलकांपासून कांहीं विशिष्ट कार्याकरितां बाहेर निघालेले त्या गोलकांचे अंश आहेत, या प्रश्नाचाहि बरोबर उलगडा अद्याप सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञांनां झालेला नाहीं; तथापि, वरच्यापैकीं कोणतीहि उपपत्ति बरोबर असली तरी, या रक्तगोलकांचें मुख्य कार्य ऑक्सिजन वाहून नेण्याचें असतें, याबद्दल मात्र आतां यत्किंचितहि संशय उरलेला नाहीं.

ऑक्सिजन ह्या इतर ज्वलनद्रव्यांशीं संयुक्त होण्यापूर्वी अंतिम गोलकापर्यंत नेला जात असतो, हें ज्या अर्थी सिद्ध आहे त्या अर्थी हीं ज्वलनद्रव्येंहि त्या गोलकापर्यंत नेण्यांत येत असलीं पाहिजेत. आणि हीं ज्वलनद्रव्यें जेथें असतात ते अंतिम घटक स्नायू होत. यावरून सामान्य व व्यापक

दृष्ट्या कोणत्याहि सावयवी शरीरामध्यें पुढील भाग मुख्यत्वें-करून असलेच पाहिजेत. ज्वलनद्रव्यांचा (म्हणजे अन्न, पाणी व हवा) पुरवठा करणारीं पचनेंद्रियें व फुप्फुसें; रक्त व लसिकावाहकनलिका (ज्वलनद्रव्य वाहून नेण्याकरितां); आणि ज्या ठिकाणीं वरील ज्वलनद्रव्य जळलें जातें व त्यांतून शरीराचे व्यापार चालण्याकरितां लागणारी शक्ति निर्माण होते ती ज्वलनक्रिया चालू असलेली भट्टी, म्हणजेच स्नायुगोलक व स्नायूंचे तंतु; आणि सर्वांच्या मदतीला ज्वलनक्रिया होत असतां खालीं उरणारा मल–राख—वाहून शरीराबाहेर टाकणारीं मलमूत्रद्वारें; इतकीं. इंद्रियें प्रत्येक शरीररचनेंत अवश्य असलींच पाहिजेत.

परंतु यांशिवाय शरीरामध्यें आणखी दोन अवयवसमूह असतात; यांच्या आकारावरूनच यांचें महत्त्व सिद्ध होतें. तथापि या संक्षिप्त हकीकतींत त्या अवयवांच्या व्यापारासंबंधाची माहिती अद्याप दिली नाहीं. यांपैकीं एक समूह ग्रंथीयुक्त अशा प्लीहा व तत्सम इतर इंद्रियांचा; यांना वाहकनलिकाच नसतात व त्या इंद्रियांतून कोणताहि पातळ पदार्थ बाहेर पडत नाहीं; आणि दुसरा समूह मज्जातंतूंचा; मज्जातंतुरचनेंतलि केंद्रभूत अवयव म्हणजे मेंदू व पृष्ठवंशरज्जु हे होत. या अवयवसमुच्चयांचीं, ज्याला आपण सजीव देह म्हणतों त्या विशिष्ट प्रकारची ठरावीक कार्यें करणाऱ्या गोलकसमुदायांत, विशिष्ट कार्यें कोणतीं?

नलिकाविरहित पेशीसमप्लीहादि अवयवांसंबंधानें सांगावयाचें म्हणजे या अवयवांच्या व्यापारांसंबंधानें प्रथम थोडीशी कल्पना प्रसिद्ध फ्रेंच विद्वान् क्लॉड बर्नार्ड (या विद्वानाविषयीं त्याचे चहाते मित्र मोठ्या आवडीनें म्हणत असत, "तो इंद्रिय विज्ञानशास्त्रज्ञच केवळ नव्हता, तर मूर्तिमंत इंद्रियविज्ञानशास्त्रच होता.") यानें दिली; पित्ताशयाप्रमाणें हीं इंद्रियेंहि स्टार्चपासून साखर तयार करण्याचें काम करीत असतात असा या विद्वानानें शोध लावला. खुद्द पित्ताशयवाहक नलिका नसलेला अवयव नाहीं; परंतु त्या अवयवाच्या मोठ्या थोरल्या आकाराच्या मानानें त्यामधून बाहेर पडणारा पित्ताचा सांठा फारच कमी असतो. आणि मनुष्यप्राण्याच्या पित्ताशयांत एकंदर शरीरांतल्या रक्ताचा एक पंचमांश येवढा मोठा रक्ताचा सांठा असतो, त्या मानानें पित्ताचा सांठा फारच कमी असतो. पित्ताशयांतून जात असतां रक्ताच्या मूळ स्वरूपांतच फरक होत असतो असेंहि बर्नार्डनें शोधून काढलें. पित्ताशयगोलकांमध्यें (या गोलकांची विशिष्ट प्रकारची स्वरूपें पुर्किंजे, हेनले व डुट्रॉचेट यांनीं १८३८ च्या सुमारास वर्णन केलीं होतीं.) ज्या ज्या पदार्थांचा संबंध येतो, त्यांच्या पैकीं कांहींचें स्टार्चसारख्या ग्लायकोजेन नांवाच्या पदार्थांत रूपांतर करण्याची शक्ति त्या गोलकांमध्यें असते, व त्या ग्लायकोजेनची शरीराला जरूरी लागेपर्यंत तो सांठवून ठेवण्याचीहि शक्ति असते. पित्ताशयगोलकांमधील ही शक्ति प्रत्यक्ष पित्त बनविण्याच्या त्यांच्या शक्तीहून निराळी व स्वतंत्र असते; आणि ग्लायकोजेन हा पदार्थ तयार करण्याची शक्ति पित्ताशयांत असते, या गोष्टीचा शोध लागला तेव्हां त्यावरून एकाच अवयवाला एकाहून अधिक निरनिराळे व महत्त्वाचे व्यापार करण्याची शक्ति असते ही गोष्ट प्रथम निदर्शनास आली. तथापि याचें मुख्य महत्त्व हें आहे कीं, त्या योगानें पचनक्रिया व त्यांतून तयार होणाऱ्या रसांची अखेर शरीरांत होणारी समरूपता या दोन अंतिम अवस्थांच्या मध्यंतरीं ज्या शरीरव्यवस्थांमध्यें अनेक महत्त्वाच्या क्रिया चालतात त्यांचें स्वरूप कळण्याचें साधन उपलब्ध झालें.

या बाबतींत बर्नार्डनें प्रथम शोध लावले तेव्हांपासून चाळीसांहून अधिक वर्षें जीं गेलीं त्या काळांत खाल्लेल्या पदार्थांचीं पित्ताशयांत होत असतात तशा प्रकारचीं जीं अनेक अवस्थान्तरें रक्तामध्यें होत असतात त्यांचें महत्त्व किती मोठें आहे हीं गोष्ट निदर्शनास आणून देणाऱ्या अशा पुष्कळ गोष्टींचा शोध लागला. स्वादुपिंड, कंठग्रंथी, प्लीहा, मूत्रपिंडोपरिस्थ कोश, हे सर्व अवयव प्रत्येक आपापल्या परीनें शरीराचें आरोग्य कायम राहण्याकरितां अत्यंत जरूर असतात. शरीरामध्यें आन्नरसावर चयापचयात्मक ज्या क्रिया चालू असतात, त्या क्रिया करण्यास फक्त हेच अवयव समर्थ असतात, हें सिद्ध झालें आहे. शिवाय संशोधनानें असेंहि वाटूं लागलें आहे कीं, स्नायू व इतर अनेक निरनिराळे शरीरघटक आपापलीं विशिष्ट कार्यें करून शिवाय आणखी चयापचात्मक क्रिया करण्यासहि समर्थ असतात. परंतु या मध्यंतरीच्या अवस्थांतील द्रव्यांचें रासायनिक स्वरूप इतकें अत्यंत गुंतागुंतीचें असतें कीं, त्यांपैकीं एकाहि अवस्थेंत ह्या चयापचयात्मक क्रिया या अवयवांमार्फत कशा चालतात हें अद्याप पूर्णपणें समजलेलें नाहीं. हा प्रत्येक अवयव म्हणजेच एकेक स्वतंत्र रासायनिक प्रयोगशाला असून प्राण्याच्या शरीराची जोपासना योग्य रीतीनें चालण्याकरितां त्या प्रत्येकाची जरूर असते, इतकेंच नव्हे तर त्यांपैकीं एखादा नसला तर हें शरीररूपी यंत्र चालणारच नाहीं. पण या अवयवांच्या व्यापारांचें वास्तविक स्वरूप काय असतें ही गोष्ट अद्याप दुर्ज्ञेय आहे तथापि या मध्यंतरीच्या इंद्रियांच्या व्यापारांचें महत्त्व फारच मोठें आहे याबद्दल प्रश्न नाहीं.

दुसऱ्या प्रकारच्या अवयवसमुदायाबद्दल म्हणजे ज्याला आपण मज्जातंतुरचना म्हणतों त्याबद्दलची माहिती पुढील एका प्रकरणांत देण्यांत येईल. तूर्त औषधिविज्ञानशास्त्राकडे वळूं.

बोअरहॅव्हची पद्धति.—चुल्यम हार्वे याच्या शिष्यगणांपैकीं निदान दोन तरी औषधिविज्ञानशास्त्रांत चांगली प्रसिद्धि पावले. त्यांपैकीं एक गिऑर्गिओ बाग्लिव्ही (१६६९-१७०७) हा असून तो "इटालियन सिडनहॅम" म्हणून प्रसिद्ध आहे, आणि दुसरा हर्मन बोअरहॅव्ह (१६६८–१७३८) हा होय. बाग्लिव्हीनें सदरहू शास्त्रांतील आपल्या संशोधनकार्याची नुकतीच सुरवात केली होती; इतक्यांत त्याला

अकालीं मृत्यूनें गांठलें, व त्यामुळें १८ व्या शतकाच्या आरंभकाळांतील एक अत्यंत होतकरु वैद्यकशास्त्रज्ञ गमावला. हा बोअरहॅव्हप्रमाणेंच, शास्त्राच्या तात्त्विक अंगापेक्षां व्यावहारिक उपयोगाच्या अंगांत अधिक अनुभवी व वाकबगार होता. या शास्त्रावरील वाङ्मयांत त्यानें घातलेल्या भरीपैकीं एक महत्त्वाचा भाग म्हणजे क्षतांत्रज्वर (टायफाइड) उर्फ लघ्वांत्रावरणत्वचाजन्य ज्वर (त्यानें दिलेलें नांव) याचें बिनचूक वर्णन होय. या ज्वराचें इतकें बिनचूक वर्णन हें पहिलेंच होय. बोअरहॅव्ह याचें नांव दुसऱ्या कशाहि करितां प्रसिद्ध नसलें तरी तो व्हॅान हेलरचा शिक्षक म्हणून तरी कायमचा प्रसिद्ध राहील यावद्दल शंका नाहीं; तथापि त्याच्या काळीं तो औषधिविज्ञानशास्त्रीय जगांत सर्वांहून अधिक ज्ञात व अधिक लोकप्रिय असा शिक्षक होता. लिडेन येथील त्याचे विद्यार्थी त्याला देवाप्रमाणें मानीत असत; आणि त्याच्या अध्यापनाच्या वर्गाला विद्यार्थ्यांची इतकी गर्दी लोटत असे कीं, त्या सर्वांचा " समावेश करण्याकरितां लीडेनच्या भिंती पाडून जागा करावी लागली. " त्याची कीर्ति यूरोपखंडांत सर्वभर पसरली होती इतकेंच नव्हे तर आशियांत, उत्तरअमेरिकेंत आणि दक्षिण अमेरिकेंत सुद्धां ती गेली होती. एकदां चीनमधून आलेल्या एका पत्रावर " बोअरहॅव्ह यांस यूरोपमध्यें (देशें)" येवढाच पत्ता लिहिलेला होता. त्यानें विद्यार्थ्यांनां शिकविलेले पाठ पाहिल्यास असें दिसून येतें कीं, ते तत्कालीन उपलब्ध असलेल्या औषधिविज्ञानशास्त्रांतील उत्कृष्ट माहितीनें भरलेले असत; त्यांत नैतिक तत्त्वेंहि उच्च प्रकारचीं असत; आणि त्यांत मनुष्याला आवश्यक असलेल्या अवलोकनगुणाचें महत्त्व योग्य रीतीनें निदर्शनास आणून दिलेलें असे. विद्यार्थ्यांस मिळालेल्या अशा प्रकारच्या शिक्षणामुळें व बोअरहॅव्हच्या विद्यार्थ्यांनीं केलेल्या त्या शिक्षणाच्या फैलावामुळें औषधिविज्ञानशास्त्राच्या इतिहासांत त्याच्या नांवाला विशेष महत्त्व आहे. त्यानें लावलेल्या नव्या शोधामुळें त्याला प्राप्त होणारें महत्त्व त्या मानानें गौण आहे. वैद्यकशास्त्राच्या व्याप्तीसंबंधाची तत्कालीन कल्पना हल्लीं मान्य असलेल्या कल्पनेहून निराळी नव्हती.

हॅले येथील फ्रेड्रिक् हॉफमन (१६६०-१७४२).—यानें बोअरहॅव्हचे सिद्धान्त एकत्र करून त्याची स्वतंत्र वैद्यकपद्धति बनविली. ह्या पद्धतीचा विशेष गुण असा होता कीं, ती इतर पद्धतींहून फार सोपी व सहज समजण्यासारखी होती. या पद्धतीचा असा एक सिद्धान्त असे कीं, शरीरांतील शक्ती शरीरद्रव्यामध्यें अन्तर्भूत असून अवयवांच्या हालचालींच्या द्वारें त्या व्यक्त होत असतात, व त्या आकार, संख्या व वजन यांनीं नियमित झालेल्या असतात. त्याचप्रमाणें शरीराचे एकंदर व्यापार, आकुंचन, प्रसरण इत्यादि क्रियांमध्यें यांच शक्ती प्रादुर्भूत होत असतात. शरीरांतील प्राण ही एक प्रकारची गतीच असून ती हृदय या विशिष्ट शरीरभागाची गति होय. म्हणून जगणें आणि मरणें या एक प्रकारच्या यांत्रिक क्रियाच आहेत. शरीरांतील क्रिया व्यवस्थित नियमानुसार चालू असल्या म्हणजे शरीराचें आरोग्य चांगलें असतें, आणि त्याच क्रिया अव्यवस्थित होऊन बिघडल्या म्हणजे रोग होतात. येणेंप्रमाणें शरीर हें एक प्रकारचें पाण्यानें चालणारें यंत्र असून त्यावर ' ईथर ' अथवा ' संवेदनाक्षम आत्मा ' याचें नियंत्रण असतें; व या आत्म्याचें मुख्य वसतिस्थान अस्थिमज्जेमध्यें (मेंड्युलांत) असतें.

रोगांवर प्रत्यक्ष औषधियोजना करतांना हॉफमन अगदीं साधे उपाय योजीत असे. व त्यांपासून बहुतेक वेळां चांगला गुण येत असे; कारण कोणताहि वैद्यकशास्त्रज्ञ स्वतःचे जे तात्त्विक सिद्धांत असतील तदनुसार व्यवहारांत औषधियोजना करण्यास क्वचितच धजावतो; परंपरागत चालत आलेल्या औषधी टाकून देऊन स्वतःच्या नव्या औषधी देण्याचें धाडस त्याला होत नाहीं. त्यामुळें ज्याचीं वैद्यकासंबंधीं तात्त्विक मतें अनिश्चित असतात असे धंदेवाईक वैद्यहि आपला प्रत्यक्ष धंदा उत्तम चालवूं शकतात, व हॉफमन हा अशांपैकींच एक होता. तथापि त्यानें कित्येक नव्या औषधी उपयोगांत आणल्या होत्या; व त्यांपैकीं ईथर पासून काढलेली दारू उर्फ " हॉफमनचें अनोडाईन " हिचा अद्यापहि उपयोग करीत असतात.

अनात्मपशुवादी, चैतन्यवादी व शरीरचित्वादी.—हॉफमनच्या वैद्यकपद्धतीशिवाय आणखी पुष्कळ वैद्यकपद्धती १८ व्या शतकांत प्रचलित होत्या; परंतु त्यांपैकीं बहुतेक पद्धतींचे आतां कांहींएक महत्त्व उरलेलें नाहीं. तथापि त्यांच्यापैकीं तिहींची साधारण माहिती येथें देणें जरूर आहे. यांपैकीं एका पद्धतीच्या पुरस्कर्त्यांनां अनात्मपशुवादी असें नांव होतें. त्यांच्यापैकीं एक प्रमुख पुरस्कर्ता ' फ्लॉजिस्टन ' करतां प्रसिद्ध असलेला जॉर्ज अर्नेस्ट स्टॉल हा होय. दुसऱ्या पद्धतीच्या पुरस्कर्त्यांनां चैतन्यवादी म्हणत, त्यांचा पुढारी पॉल जोसेफ बार्थेझ (१७३४-१८०६) हा होता. तिसऱ्या पद्धतीच्या अभिमान्यांनां शारीरचित्वादी म्हणत. चित्शक्ति कशा प्रकारची असते या प्रश्नाचा खुलासा पदार्थविज्ञान व रसायन या शास्त्रांतील नियमांनीं होण्यासारखा नाहीं, असेंच पहिल्या दोन पंथांच्या लोकांप्रमाणेंच तिसऱ्या शारीरचित्वादी पंथाच्या लोकांचें मत होतें, परंतु ' जीव हा आत्म्याच्या अस्तित्वावर अवलंबून असतो ' हें पहिल्या दोन पंथांचें मत मात्र तिसऱ्या पंथाला मान्य नसून शरीराच्या एकंदर रचनेंतून तो उत्पन्न होत असतो असें त्याचें मत होतें.

अनात्मपशुवादी लोकांचें म्हणणें असें असे कीं, मनुष्यांमध्यें जीवनविषयक ज्या क्रिया चालतात त्या मनुष्यांतील आत्म्याच्या द्वारें चालतात; आणि मनुष्येतर प्राण्यांमधील जीवनक्रिया मात्र यांत्रिक क्रियांच्या सामान्य नियमांनुसार

चालतात. ह्या सिद्धांताचा स्टॉलनें जोराचा पुरस्कार चालविला, इतकेंच नव्हे तर आवेशाच्या भरांत तो पुढीलप्रमाणें अतिशयोक्तीची भाषाहि वापरीत असेः—“ (मनुष्यशरीराचें आरोग्य राखण्याकरतां) यापुढें डॅाक्टरांची जरूरी नसून तें काम यंत्रशास्त्रज्ञ व रसायनशास्त्रज्ञ यांनीं करवयाचें आहे.” औषधिशास्त्राचा रसायन शास्त्राशीं संबंध आहे असें तो मान्य करीत नसे; आणि शारीरशास्त्रहि वैद्यकशास्त्रज्ञाला जरूर नाहीं, असेंहि त्याचें मत होतें. शरीरांतील चैतन्यविषयक व्यापार आत्मा करीत असतो, आणि मनुष्याला येणारा मृत्यु रोगापासून येत नसून मृत्यूचें संनिकृष्ट कारण आत्म्याची प्रत्यक्ष क्रिया हेंच असतें. जेव्हां एखादी मोठी दुखापत होते किंवा वार्धक्यादि कारणामुळें हें शरीररूपी यंत्र काम देण्यास नालायख होतें त्या वेळीं आत्मा सोडून जातो व त्यामुळें मरण येतें. शरीरांतील निरनिराळ्या भागांवर रक्तवाहिन्यांच्या द्वारेंच आत्मा आपला अम्मल चालवितो. त्यामुळें ताप आला असतां नाडी वेगानें चालूं लागते, कारण त्या वेळीं आत्म्याची हालचाल अधिक वाढलेली असते. शरीराला वाताचे झटके येणें किंवा पेटके येणें या क्रियाहि वरील कारणानेंच होतात. रोग होण्याचें एक मुख्य कारण, रक्त वाहण्याचें बंद होऊन एकत्र सांठणें, हें होय अशी त्याची समजूत होती. रक्तांत स्थिरता रक्त शरीरांत अतिशय वाढल्यामुळें येते, असें त्याचें मत असल्यामुळें स्टॉलच्या औषधिविज्ञानशास्त्रांत या गोष्टीला सर्वांत अधिक महत्व होतें. वरील प्रकारची वैद्यकीय उपपत्ति लावणें स्टॉलचा वैद्यकशास्त्र व धर्मशास्त्र यांचा मेळ घालण्याचा प्रयत्न आहे, असें कित्येकांचें मत होतें; परंतु असे तडजोडीचे प्रयत्न बहुधा दोन्ही पक्षांनां असमाधानाचे वाटतात; व या स्टॉलच्या प्रयत्नालाहि पुढें डॉक्टर व धर्मोपदेशक दोघांकडून जोराचा विरोध होऊं लागला.

सदरहू वैद्यकीय सिद्धान्तानें औषधिविज्ञानशास्त्राला साहजिकच अत्यंत सोपें स्वरूप यावयास पाहिजे; आणि या बाबतींत स्टॉलचें प्रतिपादन सुसंबद्ध होतें यांत शंका नाहीं. ज्या अर्थी कोणत्याहि वैद्यापेक्षां आत्म्यालाच शरीराविषयींचें ज्ञान अधिक असतें, त्या अर्थी निरनिराळ्या प्रकारचीं औषधें वैद्यानें देणें म्हणजे रोगनिवारण्याच्या बाबतींत मदतीऐवजीं अडथळा करणें आहे असे स्टॉलचें मत होतें. स्टॉलचें वय जसजसें वाढत गेलें तसतसें औषधें देण्यासंबंधाचें त्याचें वरील मतच दृढ होत गेलें; आणि अखेर क्विनाईन व अफू हीं औषधेंहि देण्याचें बंद करून तो आपल्या रोग्यांनां फक्त मीठ व पाणीच कायतें देत असे. या शेवटच्या दोन औषधींवरून एवढें तरी खास म्हणतां येईल कीं, त्याच्या पध्दतीनें उपयोग फारसा होत नसला तरी अपाय फारच अल्प होत असे.

चिच्छक्तिवाद्यांचा सिध्दान्त पुष्कळसा अनात्मपशुवादी लोकांच्या सिध्दंतासारखाच होता, व या पंथाचा जो अत्यंत महत्त्वाचा पुरस्कर्ता पॉल जोसेफ बार्थेझ तो स्वतः चांगला विद्वान्, व उत्साही शास्त्रज्ञ होता. वैद्य, सैनिक, संपादक, वकील व तत्त्वज्ञानी यांप्रमाणें एकामागून एक अनेक निरनिराळ्या प्रकारचे धंदे आपल्या हयातींत प्रथम करून अखेर तो वैद्यकशास्त्राकडे पुन्हां कायमचा वळला. १८०२ मध्यें नेपोलियननें त्याला आपला सल्लागार वैद्य नेमलें व त्यानंतर चार वर्षांनीं तो पॅरिस येथें मरण पावला.

त्यानें पुरस्कार चालविला होता तो सिद्धान्त ‘चैतन्य नामक स्वतंत्र एक तत्त्व’ असतें या समजुतीवर उभारलेला होता. परंतु या चैतन्याचें स्वरूप अज्ञात होतें; विचार करण्याची क्रिया करणारें जें मन त्याहून हें चित्तत्त्व निराळें असतें; आणि तें शरीरांत चालणाऱ्या जीवनविषयक व्यापारांचें कारण असतें. हें ‘चित् तत्त्व’ आत्म्याहूनहि भिन्न असतें. आणि तें मनुष्यांमध्यें असतें इतकेंच नव्हे तर प्राणी व वनस्पती यांमध्येंहि असतें. ही चिच्छक्ति, किंवा तिला दुसरें कोणतें नांव द्या, शरीरांत सर्वत्र पसरलेली असते व तिच्यापासूनच सर्व रोग उद्भवतात, असें त्याचें मत असे.

तिसऱ्या शारीरचित्वादी पंथाच्या लोकांचें मत एका बाबतींत अनात्मपशुवादी व चिच्छक्तिवादी यांच्या सारखेंच होतें. तें हें कीं, शरीरांतील जीवाच्या व्यापारांचा केवळ पदार्थविज्ञान किंवा रसायन या शास्त्रांतल्या नियमांनीं उलगडा होण्यासारखा नाहीं. पण ही शक्ति शरीररूपी यंत्राचाच एक भाग आहे, असें मात्र त्यांचें मत इतरांहून निराळें होतें. यामुळें प्रत्यक्ष धंदा करणाऱ्या वैद्यांचें लक्ष साहजीकच या स्पष्ट सिद्धान्ताकडे इतर पंथांतल्या अस्पष्ट सिद्धातांपेक्षां अधिक गेलें; कारण पहिल्या दोन पंथांत “ रोग शरीरांतील एका अज्ञात तत्वामध्यें होणाऱ्या अज्ञेय स्वरूपाच्या बिघडाबिघडीमुळें होतात ” असें मानीत असत.

वैद्यकशास्त्रांतील या तीन पंथांच्या वर थोडक्यांत दिलेल्या वर्णनाचा शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीच्या इतिहासांत समावेश करण्यानें विषयान्तर केल्याचा आरोप येण्याचा संभव आहे. परंतु या तीन पंथांनीं वैद्यकशास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीला योग्य मार्ग लावून देण्याच्या कामीं अप्रत्यक्षपणें तरी चांगली मदत केलेली आहे. ती अशी कीं, कोणते मार्ग प्रगतीच्या दृष्टीनें चुकीचे अतएव त्याज्य हें त्यांनीं दाखवून दिलें. कोणा एका विद्वानानें असें म्हटलें आहे कीं, कोणतेंहि शास्त्र बहुधा प्रथम सर्व चुकीच्या मार्गांनीं जाऊन ठेंचा खाल्यानंतर शेवटीं बरोबर मार्गाला लागत असतें. हें म्हणणें जरी अंशतःच खरें आहे असें मानलें तरी चुकीच्या मार्गांनाहि एक प्रकारचें महत्त्व असतें यांत शंका नाहीं. उदाहरणार्थ, वुल्यम कुलेन (१७१०–१७९०) आणि जॉन ब्राऊन (१७३५–१७८८) यांच्या वैद्यकशास्त्रीय पद्धतींनीं या शास्त्रांतील ज्ञानाच्या प्रत्यक्ष प्रगतीला अल्पच मदत केलेली असली तरी वैद्यकशास्त्राच्या एकंदर विस्तृत क्षेत्रांत

त्याचें इतकें महत्त्व आहे कीं, "ब्रुनोनियन" पद्धतीची येथें थोडीशी तरी माहिती सांगणें जरूर आहे.

ब्राऊनचा सिद्धान्त असा होता कीं, जीव, रोग व ते बरे होण्याचे उपाय या सर्वांचा उलगडा क्षोभनशीलता या शारीरिक धर्मांच्या आधारानें करतां येतो. क्षोभ उत्पन्न करण्याऱ्या सर्व शक्ती उद्दीपक असतात; ज्या क्षोभक शक्तींचे परिणाम बाह्यतः तरी दुर्बलता उत्पन्न करतात असें दिसतें, ती दुर्बलता वास्तविक उद्दीपक परिणाम कमी प्रमाणांत झाल्यामुळें आलेली असते. तात्पर्य 'जीव, आरोग्य, त्याचप्रमाणें सर्व रोग हे उद्दीपनाचेच प्रकार आहेत, दुसरें कांहीं नाहीं.' या सिद्धान्तानें वैद्यकशास्त्रीय जगांत मोठी खळबळ उडवून दिली; आणि त्याचा पुरस्कार करणारे व त्याचप्रमाणें प्रतिकार करणारे लोक सर्वत्र पुढें आले. त्यांत विशेषतः इटालीमध्यें त्या सिद्धांताचा पुरस्कारच जोरानें करण्यांत आला. उलट पक्षीं त्याला इंग्लंडमध्यें प्रतिकार झाला; आणि स्कॉटलंडमध्यें तर परस्परविरोधी पक्षांमध्यें प्रत्यक्ष मारामाऱ्या झाल्या. तथापि या पद्धतीसंबंधानें उभय पक्षांमध्यें त्या वेळीं इतकी खळबळ कां उडाली होती, याचें नक्की कारण आज स्पष्टपणें कांहींच समजत नाहीं.

या शतकांतल्या इतर अनेक 'उपपत्तिकारांप्रमाणें ' ब्राऊननें स्वतःच्या सिद्धांतापासून काढलेलीं व्यावहारिक अनुमानें वैद्यकशास्त्राला सामान्यतः हितकारक अशींच होतीं. त्यांपैकीं कांहीं अनुमानें तर रोगांवरील औषधोपचारांच्या कामीं अत्यंत उपयुक्त ठरलीं. ज्वरावरील अलीकडील उत्तेजक उर्फ " पोषक उपचारपद्धति " प्रथम त्यानेंच प्रवर्तित केली. तसेंच कित्येक प्राण्यांचा मांसरस व गाईच्या मांसाचा चहा यांचा कांहीं विशिष्ट रोगांवर उपयोग करण्याची कल्पनाहि प्रथम त्यानेंच काढलेली आहे.

हॅह्नेमनची समचिकित्सापद्धति.—या शतकाच्या अखेरीला समचिकित्सापद्धति बऱ्याच महत्त्वास चढली. वैद्यकशास्त्राच्या व्यावहारिक अंगावर तिचा मोठा परिणाम झालेला असून १८ व्या शतकांतील इतर सर्व वैद्यकपद्धतींपेक्षां हीच सर्वांत अधिक काळ टिकलेली आहे. ही पद्धति ख्रिश्चियन सॅम्युअल फ्रेड्रिक हॅह्नेमन (१७५५-१८४३) यानें शोधून काढली. हॅह्नेमननें सदरहू पद्धति आपल्या तरुणपणींच प्रतिपादन करण्यास सुरुवात केली होती; आणि या पद्धतींत निदान त्या काळांतल्या इतर प्रचलित पद्धतींतल्या इतका समंजसपणा तरी खास होता. परंतु दुर्दैवानें तिचा उत्पादक स्वतःच्या पद्धतीची उपयुक्तता संपल्यानंतरहि वरींच वर्षें जगला व उतारवयांत भलत्याच असमंजसपणाच्या गोष्टी प्रतिपादन करून त्यानें आपल्या पद्धतीचें हसें मात्र करून घेतलें.

हॅह्नेमननें रुग्णशारीरशास्त्र व निदानशास्त्र यांसंबंधाची सर्व पूर्वापार माहिती व्यवहारामध्यें पूर्ण निरुपयोगी अतएव त्याज्य ठरवून स्वतःचें सुप्रसिद्ध तत्त्व प्रतिपादण्यास सुरुवात केली; तें तत्त्व असें कीं, कोणताहि रोग झाला असतां जीं लक्षणें होतात तींच लक्षणें निरोगी स्थितींत माणसामध्यें ज्या औषधीनें उत्पन्न होतील तें औषध त्या रोगावर देणें. जर एखाद्या औषधानें निरोगी माणसाचें कपाळ दुखूं लागत असेल तर कपाळ दुखण्यावर तें औषध आहे असें समजावें. व येणेंप्रमाणेंच सर्व रोगांसंबंधानें समजावें. आज अशा प्रकारची पद्धति अज्ञानपणाचीच मानली जाते. परंतु १८ व्या शतकाच्या उत्तरार्धांतील कोणतीहि पद्धति त्या वेळीं अनात्मपञ्चवाद्यांच्या; किंवा चित्शक्तिवाद्यांच्या किंवा इतर कोणत्याहि पद्धतीइतकीच समंजसपणाची मानली जात असे. सदरहू पद्धतींत ही तरी एक शिफारस करण्यासारखी गोष्ट होती कीं, इतर पद्धतींमध्यें औषधींचीं जीं भानगडीचीं मिश्रणें तयार करून देत असत त्या ऐवजीं या पद्धतीनें औषधींचे वापरांत अत्यंत सुलभ योजना अमलांत आणली. इतकें प्रतिपादन करूनच जर हॅह्नेमन थांबला असता तर त्याचें अपरिहार्य हसें होण्याचा त्याच्यावर प्रसंग आलाच नसता; पण उतारवयांत त्यानें भलभलतेच सिद्धान्त पुढें मांडण्यास सुरुवात केली. औषधी जलमिश्रित केल्यानें त्यांचा गुण वाढतो, असा 'बीजरूप शक्ति 'संबंधाचा चमत्कारिक सिद्धान्त तो प्रतिपादूं लागला. इतकेंच नव्हे तर ह्या पेक्षांहि त्याचा अधिक चमत्कारिक सिद्धांत असा पुढें आला कीं, खरूज, गर्मी, किंवा फिगवर्ट रोग यांपासून, किंवा औषधींपासूनच सर्व प्रकारचे दीर्घकालिक रोग उत्पन्न होत असतात.

त्याचा 'बीजरूप शक्ति' विषयक सिद्धान्त पुढें आला त्या वेळीं इतर वैद्यक पद्धतींत जिकडे तिकडे अनेक औषधींचीं अत्यंत भानगडीचीं मिश्रणें करून त्यांचे पेलेच्या पेले रोग्यांनां देण्याचें खूळ फार माजलें होतें; आणि या विरुद्ध कोणी उपक्रम केल्यास तीं सुधारणा लोकांनां हवीच होती. फार काय पण औषधियोजना म्हणून त्या वेळीं मोठमोठ्या पेल्यांचा जो भडीमार होत असे त्यापेक्षां बिलकूल औषधें न देणें हेंच जास्त हितावह होतें; व त्यामुळें हॅह्नेमनच्या पद्धतीचा हा एक तरी फायदा होता. ही पद्धति अशी होती कीं, एखाद्या औषधीच्या अर्काची तीव्रता प्रथम एकपन्नासांश केली, नंतर पुन्हा त्या एकपन्नासांशाची एक पन्नासांश तीव्रता केली, आणि याप्रमाणें क्रिया पुनःपुन्हां तीस वेळां करून तो अर्क तितका जलमिश्रित केल्यास ह्या मिश्रार्काची रोगनिवारक शक्ति प्रत्येक वेळीं तितक्या पटींनीं वाढते, असें हॅह्नेमनचें मत होतें; आणि त्यामुळें अत्यंत जलमिश्रित औषध तो अत्युत्तम म्हणून वापरीत असे; पण वास्तविक त्यामध्यें खरा गुण अत्यंतच अल्प असे. हॅह्नेमनच्या या पद्धतींतील मूर्खपणा पुढील गोष्टीवरून सहज लक्षांत येईल. ती गोष्ट ही कीं, एखाद्या औषधीअर्कांत वरच्याप्रमाणें तीस वेळां पाणी घातल्यास त्या मिश्रणांत प्रत्यक्ष मूळ अर्काचा अंश इतका अल्प उरतो कीं, तो अंश किती

आहे तें कोणत्याहि वजनामापाच्या साहाय्यानें ठरविणें रसायनशास्त्रज्ञांनां शक्य नाहीं. आतां होमिओपाथीच्या हल्लींच्या पुरस्कर्त्यांसंबंधानें येथें येवढें नमूद करून ठेवणें जरूर आहे कीं, अल्प प्रमाणांत औषधें देण्याचें तत्त्व त्यांनां मान्य असलें तरी हॅह्नेमनचें जलमिश्रणासंबंधाचें आत्यंतिक तत्त्व त्यांनां मान्य नाहीं. तसेंच त्या तत्त्वाचा मूळ सिद्धांताशीं कांहीं एक संबंध नसून हॅह्नेमनच्या म्हातारचळाचा तो एक प्रकार आहे, असेंच त्याच्या सांप्रतच्या अनुयायांचें मत आहे.

तसेंच सर्व दीर्घकालिक रोग, खरूज, उपदंश, किंवा फिगवर्ट नामक रोगापासून उत्पन्न होतात हें मतहि आतां या पद्धतीच्या अभिमान्यांपैकीं कोणीहि प्रतिपादन करीत नाहीं; कारण खरजेच्या बाबतींत तरी तें खोटें असल्याचें सहज सिद्ध करतां येतें. रोगांपैकीं बहुतेक तीनचतुर्थांश खरजेपासून होतात असें हॅह्नेमन म्हणत असे. पण त्याच्या काळाच्या पूर्वीच पुष्कळ वर्षें हें सिद्ध झालें होतें कीं, खरूज हा केवळ एक बाह्य त्वचारोग असून तो एका सूक्ष्म कीटकामुळें उत्पन्न होत असतो.

जेनर आणि देवी टोंचण्याची युक्ति.—सर्व प्रकारच्या शास्त्रीय ज्ञानांतील प्रगतीचा मानव जातीच्या सुखसोयींशीं जवळचा किंवा दूरचा कांहींतरी संबंध असतोच. तथापि १८ व्या शतकांतल्या किंवा तत्पूर्वीच्या काळांतील कोणत्याहि शास्त्रीय शोधापेक्षां मनुष्यप्राण्याच्या हिताशीं अधिक निकट व प्रत्यक्ष संबंध आहे असा एक शास्त्रीय शोध लावण्याचें भाग्य अठराव्या शतकाच्या शेवटच्या दशकाला लाभलेलें आहे. हा शोध म्हणजे गोस्तनदेवींच्या लसीनें देवी टोंचून अंगच्या देवी येऊं न देण्याच्या युक्तीसंबंधाचा होय. हा शोध जेनरनें लाविलेला आहे. गाईच्या स्तनाला येणाऱ्या देवींची लस लागल्यास त्यामुळें अंगच्या देवी येत नाहींत अशा तऱ्हेची समजूत इंग्लंडमधील शेतकऱ्यांमध्यें त्या वेळीं प्रचलित होती हें खरें आहे. तरी त्या योगानें जेनरनें लावलेल्या शास्त्रीय शोधाची किंमत मुळींच कमी होत नाहीं. अशा तऱ्हेचें अस्पष्ट, व्यावहारिक दृष्ट्या निरुपयोगी, व अर्धवट पूर्वज्ञान पुष्कळ वेळां खरा उपयुक्त शास्त्रीय शोध लागण्यापूर्वी प्रचलित असतें, अशीं यासारखीं इतरहि कांहीं उदाहरणें आढळतात.

तात्पर्य, कोणत्याहि दृष्टीनें पाहिलें तरी जेनरचा सदरहू शोध अगदीं अपूर्व व अद्वितीय होता यांत शंका नाहीं. शिवाय हा शोध सहजासहजीं लागला असें नसून शास्त्रीय संशोधनाची जी उत्कृष्ट पद्धति म्हणजे प्रत्यक्ष प्रयोग करून अनुमान काढणें या पद्धतीचाच तो एक विजय आहे. प्रस्तुत संशोधक या शास्त्रीय संशोधनाच्या क्षेत्रांत अनभ्यस्त नव्हता तर चांगला तयार झालेला होता. कारण सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ जॉन हंटर ह्याच्या हाताखालीं त्यानें शास्त्रीय संशोधन कसें करावें यासंबंधाचें शिक्षण बरींच वर्षें घेतलें होतें. जेनर आपल्या वयाच्या एकविसाव्या वर्षी लंडन येथें वैद्यकीचा अभ्यास करण्याकरितां जाऊन राहिला होता; व तेथें तो विद्यार्थी या नात्यानें हंटरच्या पसंतीस इतका उतरला कीं, हंटरनें त्याला मर्जीतला विद्यार्थी म्हणून स्वतःच्या कुटुंबांत दोन वर्षें ठेवून घेतलें होतें. सामान्यतः शास्त्रीय ज्ञान व भौतिक शास्त्रें यांची जेनरला इतकी आवड होती कीं, त्यामुळें सर जोसेफ बँक याचेंहि लक्ष त्याच्याकडे वेधलें; व त्यानें कॅप्टन कुकनें १७७१ मध्यें सफरींतून प्राण्यांचे नमुने आणले होते ते निरनिराळे काढून व्यवस्थित तयार करण्याचें काम जेनरला सांगितलें. जेनरनें हें काम इतक्या उत्तम प्रकारें पार पाडलें कीं, दुसऱ्या सफरीच्या वेळीं भौतिक शास्त्रज्ञ म्हणून बरोबर जाण्याबद्दल त्याला विनंति करण्यांत आली; परंतु त्यानें ती नाकारली, आणि स्वतःचें जन्मठिकाण जें बर्कल शहर तेथें राहून वैद्यकीचा धंदा करण्याचें ठरविलें.

जेनरनें मिळविलेलें अनेक विषयांचें ज्ञान व त्याच्या जोडीला त्याचा गोड, मनमिळाऊ स्वभाव यांमुळें लवकरच त्याचा धंदा चांगला चालूं लागला व समाजांतहि तो मोठा लोकप्रिय बनला. त्याला चांगलें गातां येत असे; व्हायोलिन व फ्ल्यूट हीं वाद्यें उत्तम वाजवितां येत असत; शिवाय लेख लिहिण्यांत व कविता करण्यांतहि तो मोठा प्रवीण होता. तथापि, वैद्यकीचा धंदा संभाळून आणि मित्रमंडळींतलें जाणें येणें कमी न करतां त्यानें आपलें शास्त्रीय संशोधनाचें कार्य चालू ठेविलेंच होतें. अशा प्रकारचें संशोधनकार्य म्हणून त्यानें हंटरच्या सूचनेवरून हेजहॉग नांवाच्या जातींचें डुक्कर कडक हिंवाळ्यामध्यें सुस्त पडून दिवस कसें काढितें, या संबंधाचें निरीक्षण करून मिळविलेली माहिती रॉयल सोसायटीला सादर केली. तसेंच स्वतःच्या शहराच्या आसपास जमीनीच्या थरांमध्यें सांपडणाऱ्या मृत्तिका पाषाणासंबंधानेंहि व इतर प्राचीन अवशेषासंबंधानेंहि त्यानें बरीच संशोधनात्मक माहिती मिळविली होती.

विद्यार्थी म्हणून तो हंटरच्या घरीं राहात होता त्या वेळेपासूनच, गाईच्या स्तनांतील लस लागल्यानें आलेल्या देवी व अंगच्या देवी यांमध्यें असलेला परस्पर विरोधी संबंध म्हणजे माणसाला गोस्तनदेवी आल्यास नैसर्गिक देवी न येणें, यासंबंधाची जी समजूत ग्लूसेस्टरपरगण्यांतील खेड्यांपाड्यांतल्या लोकांमध्यें प्रचलित होती, तिजकडे त्याचें लक्ष बरेंच वेधलेलें होतें. त्यानें यासंबंधानें खुद्द हंटरजवळच पुष्कळ वेळां बोलणें काढलें होतें; शिवाय स्वतःचे सहव्यवसायी इतर वैद्य यांच्या तत्संबंधीं माहितीची व मतांची चौकशीहि तो करीत असे. हंटर स्वतःच्या व्यवसायांतच पूर्ण गढलेला असल्यामुळें त्याला या गोष्टीकडे विशेष लक्ष पुरविण्यास सवड नव्हती. आणि जेनरच्या इतर व्यवसायबंधूंचा वरील लोकांतल्या गप्पांवर फारसा विश्वासच नव्हता.

त्या सुमारास अंगच्या देवी येऊं नयेत म्हणून, किंवा विशेषतः अशा देवी फार भयंकर येऊं नयेत म्हणून, देवींची लस टोंचण्याची एक पद्धत बरीच प्रचलित होती. ती पद्धति अशी असे कीं, एखाद्या माणसाला अंगच्या देवी साधारण बेताच्या आल्या म्हणजे त्या माणसाच्या अंगांतील लस घेऊन ती इतर ज्या इसमांनां मुळींच कधीं देवी आलेल्या नसतील त्यांनां टोंचावयाची. असें केल्यानें त्या माणसांनांहि देवी येतात, पण त्या थोड्या येतात. तथापि दुर्दैवानें या पद्धतीवर बरेच आक्षेप असत. पुष्कळ उदाहरणांत अशी लस टोंचलेल्या माणसांनां देवी थोड्या न येतां पुष्कळ व भयंकर येत असत, व त्यामुळें कित्येक रोगी मरतांहि असत. शिवाय जरी लस टोंचलेल्या इसमांनां देवी बेताच्या आल्या तरी त्यांच्या अंगावर देवींचे वण पडून त्यांनां कुरूपपणा येतच असे. परंतु सर्वांत मोठा आक्षेप असा होता कीं, अशा माणसाच्या केवळ संसर्गानें इतरांनां देवी येत असत, व अशामुळें कित्येक वेळां देवींची भयंकर सांथ उत्पन्न होत असे. याप्रमाणें या देवींच्या रोगाचा प्रश्न अत्यंत विकट होऊन बसलेला होता. कारण ज्याला देवी आलेल्या नसतील अशा प्रत्येक इसमाला या देवींच्या रोगाची धाड स्वतःवर केव्हां येईल यासंबंधाची निरंतर चिंता लागून राहिलेली असे. देवींचीच लस टोंचण्याची वर उल्लेखिलेली पद्धति लेडी मेरी वॉर्टले मॉंटेग्यु (१६९०–१७६२) हिनें पौर्वात्य देशांत चालू असलेली पाहिली होती; आणि तीच पद्धति " डॉक्टरांच्या आक्षेपाला न जुमानतां इंग्लंडमध्यें सुरू करण्याचा " तिनें आपला इरादा जाहीर केला होता.

गोस्तनदेवींची लस लागून ज्या माणसांनां, विशेषतः ज्या गवळणींनां, देवी आलेल्या असतात, त्यांनां पुन्हां अंगच्या देवी येत नाहींत; या माहीत असलेल्या गोष्टीवरून देवींचा रोग न होऊं देण्याला गोस्तनदेवींतील लस टोंचून घेणें हा चांगला उपाय होय, इतकें अनुमान काढणें हें फारसें अवघड काम नाहीं. परंतु त्या काळांत गोस्तनदेवीसारखाच दुसरा एक रोग होत असे; पण या दोहोंमधला फरक नीटसा माहीत नसे, आणि हा दुसरा रोग झालेला असल्यास त्यानें अंगच्या देवी येण्याचें टळत नसे. अशा रीतीनें या दोन प्रकारच्या रोगांचा परस्पर घोटाळा झालेला असल्यामुळें व वास्तविक यांपैकीं कोणता रोग झाल्यास अंगच्या देवी येत नाहींत तें नक्की ठरलेलें नसल्यामुळें संशोधनाच्या कार्यांतहि नेहमीं चूक होत असे. या दोन रोगांमधल्या सदरहू घोटाळ्यामुळेंच जेनरलाहि गोस्तनदेवींतील रोगनिवारक गुणासंबंधानें कित्येक दिवस संशय होता. तथापि बरेंचसें काळजीपूर्वक संशोधन केल्यावर या दोन रोगांमध्यें परिणामांच्या बाबतींत फरक आहे व त्यांपैकीं फक्त एका रोगानें अंगच्या देवी येण्याचें टळतें, असा नक्की निर्णय जेनरला करतां आला.

१७९६ मध्यें जेनरनें गोस्तनदेवींतील लसीनें माणसाला देवी टोंचण्याचा पहिला प्रयोग केला; नंतर दोन महिन्यांनीं त्याच माणसाला त्यानें प्रत्यक्ष अंगच्या देवींची लस घेऊन टोंचिलें. परंतु जेनरनें आधींच भाकीत केल्याप्रमाणें त्या माणसाला देवींचा रोग झाला नाहीं. वास्तविक या एका उदाहरणानेंच जेनरची स्वतःच्या शास्त्रीय शोधाच्या खरेपणाबद्दल पूर्ण खात्री पटली होती. तरी त्यानें आपलें संशोधनाचें काम आणखी दोन वर्षें स्वतःचा शोध जाहीर न करतां, चालू ठेविलें होतें. त्या अवधींत यत्किंचित्हि आक्षेप घेतां येणार नाहीं अशा प्रकारचा भरपूर पुरावा जमविल्यावर नंतर त्यानें आपला शोध जगापुढें जाहीर रीतीनें मांडला. हा शोध प्रसिद्ध होतांच त्याचे तात्काळ जे परिणाम झाले, त्यांनां शास्त्रीय ज्ञानाच्या एकंदर इतिहासांत बहुतेक दुसरी जोड नाहीं. असे परिणाम गुंगीचें औषध शोधून काढलें त्या वेळेस मात्र दृष्टीस पडले. जेनेवा व हॉलंडमध्यें धर्मोपदेशक लोक व्यासपीठावरून देवी टोंचून घेण्याबद्दल उपदेश करूं लागले. लॅटिन भाषा चालणाऱ्या कित्येक देशांत देवी टोंचून घेतलेल्या माणसांच्या धार्मिक विधीनें मिरवणुकी काढण्यांत आल्या; जर्मनींत जेनरचा जन्मदिनोत्सव साजरा करण्यांत आला; आणि रशियांत देवी टोंचलेल्या पहिल्या मुलाचें नांवच "व्हॅक्सिनोव्ह" असें ठेवण्यांत येऊन त्याचा शिक्षणाचा खर्च सार्वजनिक पैशांतून करण्यांत आला. सहा वर्षांच्या अवधींत हा शोध सर्व सुधारलेल्या देशांत कानाकोपऱ्यांतून पसरला; इतकेंच नव्हे तर कित्येक रानटी लोकांच्या देशांतहि तो ठाऊक झाला. आणि थोडक्या वर्षांनीं देवींच्या रोगाला सर्व रोगांतील अत्यंत भयंकर रोग असें मानण्या ऐवजीं ज्या रोगावर अगदीं सोपा व खात्रीचा प्रतिबंधक उपाय आहे असा एकंदर रोगांमध्यें हा एकटाच रोग आहे,असें लोक मानूं लागले.

जेनरवर जुन्या व नव्यादोन्ही जगांतील लोकांनीं बहुमानाचा वर्षाव केला; आणि इंग्रज लोकांचा पक्का द्वेष्टा जो नेपोलियन तोहि जेनरचा सन्मानपूर्वक उल्लेख करणाऱ्या इंग्रजद्वेष्ट्यांपैकीं एक होता. एका प्रसंगीं खुद्द जेनरनें फ्रान्समध्यें अटकेंत असलेल्या कित्येक इंग्रजांची सुटका करण्यांत यावी असा अर्ज नेपोलियनकडे केला. हा अर्ज नामंजूर होण्याच्या बेतांत होता. इतक्यांत अर्जदाराचें नांव नेपोलियनला सांगण्यांत आलें. त्यावरोबर नेपोलियन म्हणाला, "हां हां, या इसमाचें मात्र कोणतेंहि मागणें आपणास नाकबूल करतां येत नाहीं."

जेनरनें शास्त्रीय संशोधनांत मिळविलेल्या ह्या विजयाचें खरें महत्व आपल्याला आज यथार्थपणें कळणें कठिण आहे. कारण त्या पूर्वींच्या मानवजातीच्या सर्व पिढ्यांनां देवींची सांथ म्हणजे केवढा भयंकर व सतत उद्भवणारा अनर्थ वाटत असे याची कल्पना आपणाला अगदीं अस्पष्टपणेंच काय ती होऊं शकते. औषधींनीं आणि दुसऱ्या कांहीं प्रत्यक्ष टोंचण्याच्या प्रयोगांनीं या सांथीचा जोर कमी करण्याचे

प्रयत्न होत असत. पण त्यांनां न जुमानतां ही देवींची सांथ पृथ्वीच्या पाठीवर पुनःपुन्हां सर्वभक्षक रोगाप्रमाणें पसरत असे. आणि वर्षानुवर्ष बळी म्हणून सरासरीनें एकंदर ख्रिस्त समाजांतून एक-दशांश लोक मृत्युमुखीं पडत असत. "देवींचा रोग व कामविकार यांपासून मुक्त असलेले लोक फारच क्वचित् असतात," अशी एक त्या वेळीं पूर्वापार चालत आलेली म्हण असे. शंभर वर्षांपूर्वी देवींचे वण असलेला मनुष्य सर्व साधारणपणें सर्वत्र आढळत असे, तर आज साफ चेहऱ्यांचीं माणसेंच बहुधा सर्वत्र आढळतात.

तशी स्थिति त्या वेळीं असल्यामुळें सर्व जगांत जिकडे तिकडे जेनरच्या शोधाचा उत्सुकतेनें उपयोग करण्यांत येऊं लागला, याबद्दल फारसें आश्चर्य वाटण्याचें कारण नाहीं. या युक्तीची परीक्षा प्रयोग करून पहा असा आग्रह करण्याचें बहुधा कोठें कारण पडत नसे; लोकांपैकीं अर्धे अधिक स्वतः होऊन देवी टोंचून घेऊं लागले. जहाजाला आग लागल्यावर उतारूंपैकीं कोणीहि होड्यांत उतरण्यास मागें घेत नाहीं, तद्वत् ही स्थिति झाली. श्रीमंतगरीब, उच्चनीच, सर्व दर्जांचे लोक देवी टोंचण्याच्या युक्तीचा आश्रय करूं लागले. आणि देवींच्या सांथीपासून मुक्त करणाऱ्या जेनरला कृतज्ञतापूर्वक धन्यवाद देऊं लागले. १८ व्या शतकाच्या अखेरीस ज्या थोर थोर व्यक्तींचीं नांवें जगांत सर्वत्र माहीत होतीं, त्या सर्व व्यक्तींमध्यें एडवर्ड जेनर या सुप्रसिद्ध इंग्रज वैद्यापेक्षां अधिक सुप्रसिद्ध व अधिक पूज्य वाटणारी अशी दुसरी कोणतीहि व्यक्ति नव्हती. आणि आपल्या भावी पिढ्यांनीं सुद्धां अधिक कृतज्ञता बाळगावी अशी दुसरी व्यक्ति यापूर्वी होऊन गेलेल्या प्रसिद्ध पुरुषांत खास नाहीं.

शारीरिक रोगपरीक्षा.—फर्स्ट कॉन्सल नेपोलियन बोनापार्ट याला स्वतःच्या कर्तबगारीची जाणीव कमी होती असें नाहीं, तरी पण स्वतःच्या खाजगी उपयोगाकरितां एका चांगल्या वैद्याची नेमणूक केल्यानें एकंदर वैद्यकशास्त्राच्या प्रगतीवर आपण विशेष परिणाम घडवून आणीत आहों, ही जाणीव त्याला बहुधा झालेली नव्हती असें म्हणावें लागतें. तथापि मनुष्यकृत घडामोडींमध्यें कारण व कार्य यांचा असा कांहीं विलक्षण योग जमून येत असतो कीं, फर्स्ट कॉन्सलनें केलेल्या उपर्युक्त साध्या गोष्टीचा वर सांगितलेला अगदीं अनपेक्षित परिणाम घडून आला. कारण नेपोलियननें निवडलेल्या या विद्वानानें वैद्यकीच्या व्यावहारिक ज्ञानामध्यें एका नव्या पद्धतीची भर घातली. आणि या फर्स्ट कॉन्सलचा व नंतर या फ्रेंच बादशहाचा, वैद्य असल्यामुळें या विद्वानाचा जो विशेष लौकिक वाढला त्यामुळें त्याला आपल्या नव्या पद्धतीचा प्रसार जितका सुलभ रीतीनें करतां आला तितका एरवीं करतां आला नसता. आणि म्हणूनच नेपोलियनच्या सदरहू निवडीचा अप्रत्यक्ष पण फारच महत्त्वाचा उपयोग वैद्यकशास्त्राला झाला असें आम्ही म्हणतों.

प्रस्तुत विषयीभूत वैद्य जीन निकोलस डी कॉर्व्हिसार्ट हा होय. या वैद्याची नवीन पद्धति म्हणजे कांहींहि नवा विलक्षण प्रकार नसून, हल्लीं आपल्या चांगल्या परिचयाची असलेली, रोग्याच्या छातीवर अल्पाघात करून उत्पन्न होणाऱ्या ध्वनीवरून आंतल्या विघडलेल्या भागांची परीक्षा करणें, ही पद्धत होय. अशा रीतीनें केलेली परीक्षा आजकाल आपल्या प्रत्येकाच्या नेहमीं पाहण्यांत येत असते. तथापि १९ व्या शतकाच्या आरंभीं या साध्या पण उपयुक्त पद्धतीचा अवलंब करणारे कॉर्व्हिसार्ट व त्याचे कित्येक शिष्य यांशिवाय जगांत दुसरे कोणीहि वैद्य नव्हते. म्हणूनच नेपोलियननें एकदां आपली स्वतःची प्रकृति दाखविण्याकरितां कॉर्व्हिसार्टला आणलें असतां या चमत्कारिक पद्धतीनें त्याच्या छातीची जेव्हां परीक्षा करण्यांत आली, तेव्हां त्याला मोठें नवल वाटलें. सदरहू प्रसंगीं नेपोलियननें आपली प्रकृति नेहमींच्या पिनेल व पोर्टेल या वैद्यांनां दाखविली होतीच; परंतु त्यांच्या परीक्षेनें त्याचें समाधान झालें नव्हतें. म्हणून कॉर्व्हिसार्टच्या पद्धतीची उपयुक्तता धूर्त बोनापार्टच्या तेव्हांच लक्षांत आली, आणि रोगाची परीक्षा केवळ काल्पनिक चिकित्सेऐवजीं शास्त्रीय पद्धतीनें करण्याचा प्रयत्न करणाऱ्या या वैद्यावर त्याची मर्जी बसून त्यानें त्याला आपला सल्लागार वैद्य म्हणून नेमिलें.

वरील गोष्ट घडण्यापूर्वीं पंधरा वर्षें सतत कॉर्व्हिसार्ट या छातीवर अल्पाघात करून पाहण्याच्या उर्फ ध्वन्युत्पादन पद्धतीचा उपयोग करीत असे. परंतु या पद्धतीच्या उपयुक्ततेची खात्री मात्र इतर वैद्यांनां त्याला पटवून देतां आली नव्हती. शिवाय येथें हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं, ही पद्धति मूळ कॉर्व्हिसार्टनें काढलेली नव्हती, आणि ती आपण काढली असें तो कधीं म्हणालाहि नाहीं. या पद्धतीचा मूळ उत्पादक जर्मन वैद्य ॲव्हेन्ब्रगर हा असून त्यानें यासंबंधानें पूर्वी १७६१ मध्येंच एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें होतें. या पुस्तकाचें फ्रेंच भाषेंत भाषांतर झालें होतें. परंतु मूळ जर्मन पुस्तक किंवा त्याचें फ्रेंच भाषांतर याच्याकडे कॉर्व्हिसार्टखेरीज इतर कोणाहि फ्रेंच विद्वानानें लक्ष दिलें नव्हतें. तथापि १८०८ मध्यें जेव्हां कॉर्व्हिसार्टनें ॲव्हेन्ब्रगरच्या पुस्तकाचें पुन्हां भाषांतर करून व त्याला स्वतः कांहीं महत्त्वाची माहिती जोडून तें पुस्तक प्रसिद्ध केलें, त्यावेळीं मात्र त्याची संभावना निराळी झाली.

कॉर्व्हिसार्ट म्हणतो, "केवळ भाषांतरकार व टीकाकार लोकांनां किती अल्प मान देण्यांत येतो हें मला चांगलें माहीत आहे; आणि ॲव्हेन्ब्रगरचा सिद्धांत निराळा स्वतंत्रपणें लिहून काढून तो ध्वन्युत्पादन पद्धतीवरील ग्रंथ म्हणून प्रसिद्ध केला असता तर ग्रंथकार ही पदवी मला सहज प्राप्त करून घेतां आली असती. पण असें करण्यानें स्वतःची प्रौढी मिरविण्याकरितां मला ॲव्हेन्ब्रगरचें नांव बळी द्यावें लागलें असतें, आणि तसें करण्याची माझी इच्छा

नव्हती. ॲव्हेंब्रगर व त्याचा तो सुंदर सिद्धांत यांची जगाला पुन्हां माहिती करून द्यावी एवढाच माझा हेतु आहे."

या सुमारास वैद्यक शास्त्रामधल्या पूर्वापार चालत आलेल्या दैवी उपायपद्धतीवरील लोकांची श्रद्धा कमी होण्यास सुरुवात झाली होती, आणि शास्त्रीय उपायासंबंधानें लोकांनां वाटूं लागलेली आवश्यकता धंदेवाईक वैद्यांनां जाणवूं लागली होती. ही जनमनाची स्थिति व तिच्या जोडीला कॉर्व्हिसार्टचा लौकिक या दोहोंमुळें ही नवी ध्वन्युत्पादन पद्धति तात्काल सर्वत्र लोकप्रिय झाली. याप्रमाणें जिला शारीरिक रोगपरीक्षा असें म्हणतां येईल त्या पद्धतीचा पाया घालण्यांत आला. ही पद्धति म्हणजे आधुनिक वैद्यकशास्त्राच्या इमारतीची एक कोनशिलाच होय.

अर्थात् हल्लीं जी शारीरिक चिकित्सापद्धति प्रचारांत आहे, ती कॉर्व्हिसार्टच्या वरील शोधानें पूर्णत्वास पोहोंचली नव्हती. हल्लीं योग्य प्रकारच्या साधनांनीं छातींतील अवयवांच्या स्थितीबद्दल जितकी माहिती मिळवितां येते तिच्या निम्याहूनहि पुष्कळ कमी वरील ध्वन्युत्पादनपद्धतीनें मिळत असे. उरलेली अर्धी अधिक माहिती प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीनें स्वतःचा कान छातीला लावल्यानें मिळते. हा उपाय अगदीं सोपा दिसतो खरा, तरीपण कॉर्व्हिसार्टनें ध्वन्युत्पादन पद्धतीची उपयुक्तता दाखवून दिल्यानंतर कित्येक वर्षेंहि हा उपाय उपयोगांत आणण्याचें कोणाच्या डोक्यांत आलें नव्हतें.

नंतर १८१५ मध्यें पॅरिसमधील एक वैद्य रेने थेओफाईल हायकिन्थे लीनेक याला सहजगत्या असा शोध लागला कीं, कागदाची नळी घेऊन तिचें एक टोंक स्वतःच्या कानाला व दुसरें रोग्याच्या छातीला लावून ऐकल्यास हृदयाच्या ठोक्यांचा आवाज आश्चर्यकारक रीतीनें ऐकूं येतो. ही युक्ति लक्षांत येतांच लीनेकनें कागदाच्या ऐवजीं एक लांकडी नळी वापरण्यास सुरुवात केली, व त्या यंत्राच्या साहाय्यानें हृदयाचे ठोकेच नव्हे तर श्वासोच्छ्वासामुळें फुप्फुसामध्यें होणारे सूक्ष्म ध्वनी सुद्धां अगदीं स्पष्टपणें ऐकूं येतात असें त्याला आढळून आलें.

छातीचे निरनिराळ्या प्रकारचे आवाज निरनिराळ्या रोगांचे निदर्शक असले पाहिजेत ही कल्पना लीनेकच्या कल्पक मनाला पटतांच औषधिविज्ञानशास्त्राला नवीन मार्ग उपलब्ध झाला अशी त्याला खात्री वाटून या मार्गाचें पूर्ण संशोधन करण्याचें त्यानें ठरविलें. पॅरिसमधील दवाखान्याशीं त्याचा संबंध असल्यामुळें या संशोधनकार्याकरितां त्याला भरपूर साधनें मिळालीं, आणि यानंतर थोडीं वर्षें त्यानें या दिशेनें जे परिश्रम केले त्यांच्यामुळें त्याच्या नव्या साधनानें रोगाची परीक्षा करण्याच्या कामांत चांगली मदत होते हें तर ठरलेंच, आणि शिवाय रुग्णशारीर (मॉर्बिड ॲनॉटमी) या शास्त्राचा पाया घातला गेला. १८१९ मध्यें लीनेकनें स्वतःच्या संशोधनानें मिळविलेली सर्व माहिती अनुमानांसह पुस्तकरूपानें प्रसिद्ध केली. नव्या शास्त्रीय पद्धतीच्या वैद्यकाच्या प्रगतीच्या मार्गावरील सदरहू पुस्तक एक मोठी निशाणी आहे. या पुस्तकाला त्यानें जें नांव दिलें होतें त्याचा अर्थ यंत्राच्या साहाय्यानें छातीची तपासणी करण्याच्या विषयावरील ग्रंथ असा आहे. सदरहू यंत्राला स्वतंत्र नांव द्यावयास पाहिजे असें त्याच्या मूळ कर्त्याला प्रथम वाटत नव्हतें. परंतु अनेक प्रकारचीं रानटी नांवें त्याला लोक वापरूं लागले, तेव्हां लीनेकनें आपल्या यंत्राला स्टेथॉस्कोप असें नांव देण्याचें ठरविलें; आणि तेंच नांव आतांपर्यंत चालत आलें आहे.

अलीकडील काळांत स्टेथॉस्कोपच्या रचनेंत थोडा फरक करून त्यांत दोन्ही कानांनीं ऐकतां येईल अशी योजना केली आहे, आणि अगदीं अलीकडे टेलिफोन यंत्रांतील तत्त्व लावून त्याची अधिक सुधारणा करण्यांत आली आहे; परंतु स्टेथॉस्कोप यंत्रांतलें उरोन्तर्ध्वनिपरीक्षेसंबंधाचें जें मूळ तत्त्व त्याविषयींची बरीच सविस्तर माहिती लीनेकनेंच जमविली असल्यामुळें या यंत्राच्या शोधाचें सर्व श्रेय त्यालाच दिलें पाहिजे. व्यावहारिक वैद्यकशास्त्राला बुद्धीला पटेल असें स्वरूप देण्याच्या कामीं १९ व्या शतकांत ज्या शोधांची फार मोठी मदत झाली त्यांपैकीं हा एक शोध होय. हा शोध लावण्याला लीनेकला स्वतःच्या प्राणांची किंमत द्यावी लागली. कारण हॉस्पिटलमध्यें काम करीत असतांना त्याच्या फुप्फुसांनां रोग जडला व त्यानें तो १८२६ मध्यें मरण पावला. तथापि त्याच्या हयातींतच त्याची कीर्ति जगभर पसरली होती, व त्याच्या पद्धतीची उपयुक्तता सर्वत्र मान्य करण्यांत आली होती. त्याच्या पश्चात् लवकरच, १८२८ मध्यें, पियोनामक दुसऱ्या एका फ्रेंच वैद्यानें ध्वन्युत्पादनाची पद्धति पूर्णत्वास पोहोंचविली. त्यानें छातीवर प्रत्यक्ष अल्प आघात करण्याऐवजीं मध्यें हाताचें बोट किंवा धातूचा लहानसा तुकडा किंवा टणक रबराचा तुकडा वगैरे कांहीं तरी पदार्थ ठेवून त्यावर आघात करावे अशी सुधारणा केली; यालाच अप्रत्यक्ष ध्वन्युत्पादन म्हणतात. या सुधारणेनें छातींतील रोगाची परीक्षा करण्याच्या पद्धतींनां पूर्णत्व देण्यांत आलें, आणि तेव्हांपासून आतांपर्यंत ध्वन्युत्पादन आणि उरोन्तर्ध्वनिपरीक्षण यांनां रोगपरीक्षा करण्याच्या वैद्याच्या एकंदर साधनांत कायमचें स्थान मिळालेलें आहे.

रोगपरीक्षेच्या बाबतींत निव्वळ अंदाजाऐवजीं प्रत्यक्ष ज्ञान मिळविण्याकरितां उपरिनिर्दिष्ट शारीरिक रोगपरीक्षा करण्याच्या नव्या पद्धतीच्या जोडीला प्रयोगसिद्ध ज्ञान मिळविणाऱ्या शारीरविज्ञानशास्त्रज्ञांच्या संशोधनाची मदत झाली. अशा शारीरशास्त्रज्ञांपैकीं इंग्लंडमधील मार्शल हॉल आणि फ्रान्समधील फ्रॅन्काय, मॅमेन्डी हे प्रमुख होत. या सर्वांच्या प्रयत्नांनीं जुन्या मूर्खपणाच्या (उ० रक्ताधिक्य कमी करणें या)

व इतर क्रूरपणाच्या पद्धतींचा लवकरच त्याग करण्यांत आला. या कार्याला लुई व त्याचे अनुयायी यांनी प्रचारांत आणलेल्या 'आंकडेपद्धती'नेंहि मदत केली; आणि या सर्वांमुळें १८३० च्या सुमारास असें मत प्रस्थापित होऊं लागलें कीं, औषधिविज्ञानशास्त्राचें खरें काम म्हणजे रोगनिवारण करण्याच्या नैसर्गिक क्रियेला मदत करणें हें होय. ही मदत पूर्वीच्या कडक धाडसाच्या उपायापेक्षां अलीकडील साध्या उपायांनींच अधिक चांगली होऊं शकते. एका शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे, वैद्यकशास्त्रांतल्या मागील पिढ्यांत प्रचलित असलेल्या रोगोत्पादक कारणें व रोगनिवारक उपाय यासंबंधाच्या दैवी कल्पना लुप्त होत जाऊन त्यांच्या जागीं शास्त्रीयप्रयोगपद्धतीनें मिळविलेल्या अनुभवी ज्ञानाला लोकांत मान मिळूं लागला.

जंतुजन्य रोग.—नुकतेंच वर सांगण्यांत आलें आहे कीं, फर्स्ट कॉन्सल व बादशहा नेपोलियन बोनापार्ट ज्या रोगाला बळी पडला त्याची परीक्षा करण्याकरितां त्यानें पॅरिसमधील अत्यंत नामांकित वैद्य बोलाविले होते. यांपैकीं कॉर्व्हिसार्टखेरीज करून सर्वांनीं या थोर बादशहाला खरजेपासून झालेला रोग झाला आहे असें मत दिलें होतें. हें वाचलें म्हणजे अलीकडील माणसाच्या मनाला जरासा धक्काच बसतो. हल्लींच्या काळांत राजघराण्यांतल्या पुरुषासंबंधानें अशा प्रकारचें अविचारीपणाचें रोगनिदान कोणताहि वैद्य करणार नाहीं, हें सांगण्याची जरूरी नाहीं. जर कदाचित् एखाद्या थोर गृहस्थाला खरजेचा रोग झालाच तर खरा धूर्त वैद्य त्याला कोणतें तरी निराळें लांबलचक नांव देऊन तो शक्य तितक्या लवकर बरा करण्याच्या मार्गाला लागेल. परंतु नेपोलियनच्या वैद्यांनीं उलटा प्रकार केला; यावरून असें सिद्ध होतें कीं १८ व्या शतकाच्या आरंभीं सदरहू खरजेच्या रोगाला कांहीं निराळें विशेष महत्त्व होतें. त्या काळांत याला कनिष्ठ रोग मानण्याऐवजीं दरबारी रोग मानीत असत. हलक्या लोकांप्रमाणें बड्या बड्या लोकांतहि त्याचा प्रसार असल्यामुळें त्याला मोठें महत्त्व होतें; आणि तत्कालीन वैद्यांनीं त्याला नसतें काल्पनिक महत्त्वहि चढविलें होतें, तें असें कीं, जो एखादा अज्ञात रोग त्यांच्या पाहण्यांत येईल तो या खरजेच्या रोगापासूनच मूळ उद्भवला असें ते निदान करीत असत. नेपोलियनच्या मृत्यूनंतरहि बराच काल खरजेच्या रोगाचें हें अभिमानास्पद थोरलें स्थान कायम होतें. उदाहरणार्थ, डॉ. हॅह्नेमन ह्या कल्पक वैद्यानेंहि असें विनदिक्कत प्रतिपादन केलें होतें कीं, शरीराला जे एकंदर रोग होतात त्यांपैकीं तीनचतुर्थांश हे खरजेचेच निरनिराळे प्रकार होत.

या हकीकतींवरून एवढें सिद्ध होतें कीं, भोळ्या जनसमाजाला कोणीहि लबाड मनुष्य खोट्या गोष्टी सांगून सहज फसवूं शकतो; कारण हल्लीं उपलब्ध असलेल्या ज्ञानानें हें आपणांस स्पष्ट कळलेलें आहे कीं, 'खरजेपासून झालेला रोग' हें त्या वेळच्या वैद्यांनीं केवळ स्वतःचें अज्ञान झांकण्याकरितां दिलेलें नांव होतें. आणि अशा प्रकारचा रोगच अस्तित्वांत नाहीं, किंवा पूर्वी केव्हांहि नव्हता. खरूज हा अर्थात् एक स्वतंत्र रोग आहे; पण तो बाह्य त्वचारोग असून त्याचें कारण ठराविक व स्पष्ट आहे. आणि त्यामुळें शरीराच्या अंतर्भागांत भयंकर विकृति होते असें पूर्वी सांगण्यांत येत असे, तसा कोणत्याहि प्रकारचा परिणाम होत नसतो. अलीकडील शोधावरून असें ठरलें आहे कीं, खरूज होण्याचें कारण दुसरें तिसरें कांहीं एक नसून त्वचेमध्यें घर करून राहिलेला एक अत्यंत सूक्ष्म किडा हें होय. या किड्याला मारून टाकिलें कीं, खरूज तावडतोब बरी होते. आणि म्हणूनच आधुनिक वैद्यांचा असा सिद्धांत आहे कीं, वैद्यांना जे तीन किंवा चार रोग खात्रीपूर्वक व तावडतोब बरे करतां येतात त्यांपैकीं खरूज हा एक आहे. परंतु १८३० पर्यंतच्या वैद्यांची स्थिति अगदीं निराळी होती. कारण या रोगाच्या कारणासंबंधानें त्यांना मोठें कोडें होतें.

आतां ही गोष्ट खरी आहे कीं, त्या काळांतल्याहि एखाददुसऱ्या वैद्याला खरूज झालेल्या रोग्याच्या कातडींत सूक्ष्म जंतु आढळून आलेला होता; आणि दोन किंवा तीन वेळां खरजेचें कारण हा जंतू होय असें जाहीर विधानहि केलें गेलें होतें; परंतु एकंदर वैद्यवर्गानें या मताकडे पूर्ण दुर्लक्ष केलें होतें. आणि १८३३ मध्यें वैद्यकशास्त्रावरच्या एका मान्य ग्रंथांत "खरूज या रोगाचें कारण पूर्ण अज्ञात आहे" असें विधान केलेलें आहे. परंतु त्या काळांतहि आश्चर्याची गोष्ट ही होती कीं, कांहीं अज्ञानी सामान्य लोकांनां या संबंधाचें जें ज्ञान होतें तें चांगल्या चांगल्या विद्वान वैद्यांनां नव्हतें. ज्या प्रमाणें इंग्लंडमध्यें जेनरच्या पूर्वीच कित्येक शेतकऱ्यांनां गोस्तनदेवीच्या संसर्गानें अंगच्या देवीचा रोग निवारला जातो हें माहीत होतें, त्याचप्रमाणें पोलंडमधील शेतकऱ्यांच्या बायकांनां, स्वतःला होणारा त्रासदायक खरजेचा रोग अत्यंत सूक्ष्म किड्यापासून होतो, हें माहीत होतें; इतकेंच नव्हे तर हा सूक्ष्म किडा सुईच्या टोंकानें कसा काढून टाकावा ती युक्तिहि माहीत होती. या बायकांपासूनच ही जाहीर असलेली गुप्त युक्ति त्या देशांतल्या एफ्. रेंग्रुकी नांवाच्या तरुणाला कळली. या तरुणानें ही माहिती पॅरिस येथें वैद्यकीचा अभ्यास करण्याकरितां गेल्यावर आपल्या ॲलिबर्ट नांवाच्या शिक्षकास सांगितली. या शिक्षक वैद्यानें त्याबद्दल प्रथम संशय प्रदर्शित केला; पण लवकरच त्याबद्दल त्याची खात्री झाली, आणि तावडतोब त्यानें तो शोध आपल्या सर्व व्यवसायबंधूंनां जाहीर केला. स्वतः ॲलिबर्ट वजनदार वैद्य असल्यामुळें त्याच्या शोधाला लवकरच सर्वत्र मान्यता मिळाली.

आतां सदरहू शोधाचें प्रस्तुत प्रकरणीं महत्त्व आहे तें अगदीं निराळ्या स्वरूपाचें आहे. या शोधानें एका रोगाचें निवारण करण्याचा उपाय समजला इतकेंच त्याचें महत्त्व

नाहीं. या शोधानें एका नव्या युगालाच आरंभ झाला, असें म्हटलें पाहिजे. असें म्हणण्याचें कारण हें कीं, या शोधानें वैद्यकशास्त्रांतल्या विद्वानांपुढें एक अगदीं नवी कल्पना आली. या कल्पनेनें पुढील काळांत एखाद्या बॉम्ब गोळ्याच्या स्फोटाप्रमाणें गडबड उडवून दिली. ही कल्पना अशी कीं, एक अत्यंत लहान आणि संशय सुद्धां येणार नाहीं अशा तऱ्हेचा किडा एका सुप्रसिद्ध, फार पसरलेल्या व महत्वाच्या रोगाचें कारण असतो. या शोधाचें खरें महत्त्व पुढील काळांतला वैद्यकशास्त्राचा इतिहास कळल्यावर लक्षांत येणारें आहे. तथापि ज्या वेळीं हा शोध लागला त्यावेळींहि, नुकत्याच उपलब्ध झालेल्या सूक्ष्मदर्शकयंत्राच्या साहाय्यानें वैद्यकशास्त्रासंबंधानें ज्ञान मिळविण्याचा जो उपक्रम झालेला होता त्याला मोठें उत्तेजन मिळालें. या नव्या शोधानें वैद्यकशास्त्रांतल्या गैरसमजुतींनीं भरलेल्या एका भागावर चांगला प्रकाश पडला. आणि दुसऱ्या कित्येक भागांचीहि खरी माहिती मिळविण्याच्या कार्याला योग्य दिशा लागली.

ज्या वेळीं पॅरिसमध्यें उपर्युक्त पोलिश वैद्यक-विद्यार्थी खरजेंतील किडीसंबंधानें प्रतिपादन करीत होता, त्याच वेळीं विचित्र योगायोग असा घडला कीं, एका इंग्रज विद्यार्थ्यानें एक तशाच प्रकारचा पण अधिक महत्वाचा शोध लावला. आणि वास्तविक पाहतां या इंग्रज विद्यार्थ्यांच्या शोधाचें प्राथमिक संशोधन कालदृष्ट्या अगोदरचें होतें. कारण लंडनमधील सेंट बार्थेलोनो हॉस्पिटलमधल्या या जेम्स पॅगेट नांवाच्या इंग्रज विद्यार्थ्याला १८३३ मध्यें एका रोगी माणसाचे स्नायू कापून पाहात असतां, शरीरेतर द्रव्याचे कांहीं बारीक कण सांपडले. ते त्यानें तुलनात्मक शारीरशास्त्राचा प्रोफेसर रिचर्ड ओवेन यास दाखविले. ते त्यानें सूक्ष्मदर्शकयंत्रानें पाहून, एका लहान व तोंपर्यंत अज्ञात असलेल्या किड्यांचे कोशेटे आहेत असें ठरविलें. ओवेननें या किड्यांनां ट्रिचिना स्पिरॅलिस असें नांव दिलें. हा शोध प्रसिद्ध झाल्यावर वरच्या सारख्या द्रव्याचे कण पूर्वीच्या इतर कित्येक संशोधकांनांहि आढळले होते असें जाहीर होऊं लागलें. तथापि हे कण कसल्या प्रकारचे आहेत याबद्दल पूर्वी कोणी चिकित्सा केली नव्हती. निदान ते अमुक प्रकारचे आहेत असें प्रतिपादन तरी कोणीच केलेलें नव्हतें. इतकेंच नव्हे तर या ट्रिचिनाबद्दलची, ओवेनचा शोध जाहीर झाल्यानंतरहि बराच कालपर्यंत, पूर्ण माहिती मिळाली नव्हती. १८४७ मध्यें अमेरिकन शारीरशास्त्रज्ञ डॉ. जेसेफ लीडीला डुकराच्या मांसांत ट्रिचिनाच्या गांठी सांपडल्या; नंतर दहा वर्षांनीं ल्यूकार्ट, विर्चौ व झेन्कर या प्रमुख व इतर कित्येक जर्मन संशोधकांनीं असें सिद्ध केलें कीं, डुकराचें बिघडलेलें मांस खाण्यांत येतें तेव्हां त्याच्याबरोबर कृमी मनुष्याच्या पोटांत जातात आणि त्यांच्यामुळें रोगाचीं कित्येक चिन्हें प्रादुर्भूत होतात. या चिन्हांवरून संधिवात, क्षतांत्रज्वर व दुसरे रोग झाल्याचें चुकीनें समजत असत. अशा प्रकारची माहिती पुढें आल्यानंतर मग मात्र वैद्यकशास्त्रांतले सर्व विद्वान् या ट्रिचिनोसिसबद्दलची अधिक माहिती मिळविण्याबद्दल कांहीं काळ फारच उत्सुकतेनें प्रयत्न करूं लागले; शिवाय जर्मनीमध्यें कित्येक भागांत डुकराच्या मांसाची सरकारमार्फत तपासणी होऊं लागली, अमेरिकेंतून येणाऱ्या डुकराच्या मांसाला फ्रान्समध्यें मनाई करण्यांत आली; आणि अशा रीतीनें या एकंदर विषयानें बहुजनसमाजाचेंहि चागलेंच लक्ष वेधून घेतलें. येणेंप्रमाणें ट्रिचिना नामक कृमीचा प्रश्न वैयक्तिक दृष्ट्याहि मोठा महत्वाचा होऊन राहिला होता. हें खरें असलें तरी या प्रश्नाचें सर्वांत मोठें महत्वाचें कार्य म्हणजे, १८३३ मध्यें त्या कृमींचा प्रथम शोध लागला तेव्हांपासूनच सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून दिसणाऱ्या सामान्यतः सर्व प्रकारच्या सूक्ष्म कृमींकडे संशोधकांचें लक्ष वेधलें गेलें हें होय.

हा शोध लागल्यानंतर पुढील दहा वर्षांच्या काळांत सूक्ष्मदर्शकयंत्रांतून दिसणारे जीव व शरीरघटक यांची माहिती मिळविण्यासंबंधानें फार उद्योग करण्यांत आला; आणि इहेनबर्ग, हेन्ले, बोरी, सेंट-व्हिन्सेंट, कोलिकर, रॉकिटंस्की, रेमॅक व डुजार्डिन यांसारखे विद्वान् या विषयाची माहिती विस्तृत प्रमाणावर मिळविण्याची दिशा दाखवून देत होते. यासंबंधाची तपशीलवार माहिती येथें देणें शक्य नसल्यामुळें तिचा फक्त नामनिर्देश करून पुढें जाणें भाग आहे. यासंबंधाचा या काळांतला सर्वांत मोठा विजय म्हणजे जर्मन विद्वान् जे. एल्. शोनलीननें लावलेला शोध होय. तो शोध हा कीं, डोक्यावर होणारे नायटे किंवा खवडे हा सार्वत्रिक व फार त्रासदायक असणारा रोग एका सूक्ष्म आकाराच्या वनस्पतिजन्य किड्याच्या अस्तित्वानें व वाढीनें होत असतो. अशा रीतीनें, मनुष्यप्राण्यांनां जे रोग होत असतात त्यांचा कार्यकारणसंबंध प्राणिजन्यच नव्हे तर वनस्पतिजन्य, अज्ञात स्वरूपाच्या व अत्यंत सूक्ष्म आकाराच्या किड्यांशीं असतो, असें स्पष्टपणें सिद्ध झालें. रोगोत्पादक जंतूंच्या या माहितीमुळें वैद्यकशास्त्रासंबंधाच्या शास्त्रीय ज्ञानांत दुसरी मोठी लांब मजल मारण्यांत आली; परंतु एवढ्यानें या जातीचें उच्च शास्त्रीय ज्ञान मिळविण्याचें कार्य संपलें नव्हतें. फार काय पण या कार्याची स्पष्ट मर्यादाहि अद्याप कळली नव्हती; त्या कार्याकरितां वैद्यांच्या आणखी एका पिढीला या संशोधनक्षेत्रांत कार्य करावें लागलें.

वेदनाविरहित शस्त्रक्रिया.—मध्यंतरीं वैद्यक शास्त्राच्या एका अगदीं निराळ्या शाखेंत अशा गोष्टी घडून येत होत्या कीं, त्यांच्या योगानें खरोखर १९ व्या शतकांत लागलेल्या एकंदर वैद्यकशास्त्रीय शोधांमध्यें अखिल मानव जातीच्या सुखाच्या दृष्टीनें सर्वांत अधिक महत्वाचा, किंबहुना इतर कोणत्याहि शास्त्रांतील कोणत्याहि शोधापेक्षां

अधिक महत्त्वाचा शोध लागला: हा शोध म्हणजे शस्त्रक्रिया व्हावयाच्या रोग्यानें हुंगण्याच्या सल्फ्यूरिक ईथरच्या वाफेच्या अंगीं असलेल्या वेदनानिवारणासंबंधाच्या शक्तीविषयींचा होय. हा शोध सर्वांशीं अमेरिकेंतून बाहेर पडला आहे; आणि आश्चर्य हें आहे कीं, या शोधाशीं इतर कोणाचा यत्किंचित्हि संबंध नाहीं: कारण दुसऱ्या कोणत्याहि देशांतील कोणत्याहि विद्वानाचें लक्ष अस्पष्टपणें सुद्धां या बाजूला त्या वेळीं वळलें असल्याचें दिसत नाहीं. इंग्लंडमध्यें डेव्ही या शास्त्रज्ञानें औषधियोजनेच्या पद्धतींत हुंगण्याच्या क्रियेचा प्रथमारंभ करून दिला होता. आणि पन्नास वर्षांपूर्वीच या बाबतींत कित्येक अत्यंत चित्ताकर्षक प्रयोग करून दाखविले होते; आणि त्यानें नायट्रस ऑक्साईड वायूच्या साहाय्यानें केलेल्या प्रयोगावरूनच एका अमेरिकन संशोधकाला एतद्विषयक संशोधनाच्या मार्गाचा सुगावा लागला हें सर्व खरें आहे; तथापि मागील पिढ्यांनीं या विषयांत घातलेली ज्ञानाची भर येवढीच काय ती होय. आणि १९ व्या शतकाच्या आरंभापासूनहि, डेव्हीनें आपलें लक्ष दुसऱ्या गोष्टींकडे वळविल्यानंतर, दुसऱ्या कोणत्याहि संशोधकानें या दिशेनें रेसभरहि पुढें पाऊल टाकलें नव्हतें. म्हणून ज्या अमेरिकन दंतवैद्यानें हें संशोधनकार्य पुढें हातीं घेतलें त्याला विशेष महत्त्व आहे.

डेव्हीनें आपल्या प्रयोगावरून पुढील निष्कर्ष काढला होता. "नायट्रस ऑक्साईडचा मोठ्या प्रमाणावर परिणाम घडवून आणल्यास शरीराला होणाऱ्या दुःखाच्या संवेदना पूर्णपणें भासत नाहींतशा होतील; म्हणून ज्या शस्त्रक्रियेमध्यें रोग्याच्या शरीरांतून फारसें रक्त बाहेर येण्याचा संभव नसेल अशा शस्त्रक्रिया करण्याच्या वेळीं या वायूचा उपयोग केल्यास हितावह होईल."

दुर्दैवानें या डेव्हीच्या सूचनेचा त्या वेळीं कोणींहि फायदा करून घेतला नाहीं; आणि खुद्द डेव्हीचें लक्षहि शास्त्रांच्या दुसऱ्या क्षेत्राकडे वळलें; व इंद्रियविज्ञानशास्त्राच्या अभ्यासाकडे तो पुन्हां केव्हांहि वळला नाहीं, त्यामुळें एक अत्यंत महत्त्वाचा शास्त्रीय शोध लावल्याचें त्याला मिळावयाचें श्रेय थोडक्यांत गमावलें. तसेंच डेव्हीच्या नंतरच्या एका सबंध पिढींतील एकाहि संशोधकानें डेव्हीच्या सूचनेची परीक्षा पाहण्याचें मनांत आणलें नाहीं; इतकेंच नव्हे तर यूरोपमधील सर्व शस्त्रवैद्यांनीं एकमतानें असें जाहीर केलें कीं, शस्त्रक्रिया शरीराला वेदना न होतां करण्याचें साधन उपलब्ध होण्याच्या सर्व आशा सोडून दिल्या पाहिजेत—शस्त्रवैद्याची सुरी ही सावकाशीच्या व वर्णनातीत वेदनांचा प्रतिशब्द म्हणून कायमचा राहणार. परंतु योगायोग असा चमत्कारिक आला, कीं ज्या वेळीं सर बेंजामिन ब्रोडी या प्रमुख इंग्रज शस्त्रवैद्यानें आपलें विचारपूर्वक ठरलेलें पण खेदकारक असें वरील तऱ्हेचें मत प्रसिद्ध केलें त्याचवेळीं ज्या प्रकारचें संशोधन करणें निष्फळ आहे असें ब्रोडीनें जाहीर केलें होतें त्याच संशोधनक्षेत्रांत अमेरिकेमध्यें अत्यंत नांवाजण्यासारखें यश संपादन करण्यांत येऊन त्याची वातमी, त्या वेळीं अटलांटिक महासागरांतून तारेनें वातमी पाठविण्याची सोय झालेली नसल्यामुळें, जलमार्गानें यूरोपकडे रवानाहि झालेली होती.

एक विशिष्ट प्रकारचें औषध रोग्याला दिल्यास त्याला वेदना न होऊं देतां शस्त्रक्रिया करतां येईल ही कल्पना डोक्यांत येऊन त्याप्रमाणें प्रत्यक्ष प्रयोग करून पाहणारा पृथ्वीच्या पाठीवरचा, एक लवकरच सांगण्यांत येणार आहे तो अपवादखेरीज करतां, अगदीं पहिला शास्त्रज्ञ म्हणजे वर उल्लेख केलेला अमेरिकन दंतवैद्य होय. त्याचें नांव डॉ. होरेस वेल्स असून तो कनेक्टिकट मधील हार्टफोर्ड येथील रहिवाशी होता. त्यानें प्रयोगामध्यें जें औषध वापरलें तें नायट्रोजन ऑक्साईड होय. डेव्हीनें वापरलेलें औषध हेंच होय. वेल्सनें जी शस्त्रक्रिया वेदनाविरहित स्थितींत केली ती साधी दांत उपटून काढण्याची क्रिया होती.—तथापि त्या साध्या शस्त्रक्रियेनेंहि मूळ तत्त्व अर्थातच सिद्ध झालें; सदरहू प्रयोग १८४४ मध्यें करण्यांत आला.

डॉ. वेल्सचे प्रयोग जरी महत्त्वाचे होते तरी ते सर्व वैद्यकशास्त्रीय विद्वानांचें लक्ष जोरानें वेधून घेण्याइतके निर्णायक स्वरूपाचे नव्हते. शिवाय ज्या औषधाच्या साहाय्यानें तो हे प्रयोग करीत असे तें तितकें भरंवशालायक नव्हतें, आणि खुद्द वेल्सनें पुढें तो विषयच सोडून दिला, निदान त्याच्या एतद्विषयक प्रयत्नांनां शिथिलता आली होती. तथापि मध्यंतरीं त्यानें ज्या आपल्या मित्राला या बाबतींतल्या कल्पना व माहिती सांगितली होती त्या मित्रानें तो विषय हातीं घेतला व तत्संबंधाचे प्रयोग अविरत परिश्रमपूर्वक चालू ठेविले; आणि सुदैवानें त्याच्या या प्रयत्नांनां चांगलें फळ आलें. हा मित्रहि एक दंतवैद्यच असून त्याचें नांव डॉ. डब्ल्यू. टी. सी. मॉर्टन असें होतें. तो बोस्टनचा रहिवाशी होता. त्या वेळीं तो तरुण, उमेदवार व उत्साही स्थितींत होता. वेल्स वापरीत असे तें औषध व्यावहारिक दृष्ट्या फारसें सोईचें नाहीं असें मॉर्टनला वाटलें. त्यामुळें त्यानें नायट्रस ऑक्साईडशीं साम्य असलेलीं दुसरीं औषधें वापरून कित्येक महिने प्रयोग करून पाहिले; त्यांत अखेर सल्फ्यूरिक ईथर हें योग्य असें औषध त्याला सांपडलें. या औषधाच्या साहाय्यानें त्यानें प्रथम प्राण्यांवर प्रयोग करून नंतर दंतरोग्यांवर प्रयोग केले; आणि या सर्व प्रयोगांवरून त्यानें आपला या बाबतींतला ठाम सिद्धांत ठरविला.

याप्रमाणें निश्चयात्मक शोध लागतांच तो मोठ्या उत्साहानें व उतावीळपणानें बोस्टन येथील तत्कालीन अग्रगण्य शस्त्रवैद्य डॉ. जे. सी. वॉरन याजकडे गेला, आणि त्याच्या जवळ बोस्टन हॉस्पिटलमधील फार त्रासदायक स्वरूपाची शस्त्रक्रिया करावयाच्या एका रोग्यावर आपल्या नव्या शोधांचा प्रयोग करून पाहण्याची परवानगी त्यानें मागितली. ती परवानगी त्यास मिळाली; आणि हा त्यांचा परीक्षे-

दाखल प्रयोग १६ आक्टोबर १८४६ रोजीं त्या शहरांतील कित्येक प्रमुख शस्त्रवैद्य व बरेच वैद्यकीचा अभ्यास करणारे विद्यार्थी यांच्या समक्ष करण्यांत आला. शस्त्रवैद्य सुरीनें फाडाफाडी करीत असतां सदरहू रोगी स्वस्थ निजला होता; आणि नंतर शुद्धीवर आल्यावर आपल्यावरील भयंकर प्रसंगांतून आपण पार पडल्याचें त्याला आढळून येतांच, तो आश्चर्यानें स्तंभित झाला. येणे-प्रमाणें अशक्य वाटत असलेली, अत्यंत अद्भुत अशी गोष्ट प्रत्यक्ष घडून आली.

त्याबरोबर वाफेच्या वाहनांच्या साधनांनीं जितक्या वेगानें जाणें शक्य तितक्या वेगानें-आजच्या मानानें अर्थात् फारच सावकाश—सदरहू शोधाची बातमी सर्व जगाला जाहीर करण्यांत आली. प्रथम यूरोपमध्यें या बातमीवर कोणी विश्वासच ठेवीना; पण प्रत्यक्ष प्रयोग पुनःपुन्हा करून पाहिल्यावर सर्वांचा संशय लवकरच पार नाहींसा झाला. वैद्याच्या औषधिसंग्रहांतील ईथर सारख्या दुय्यम दर्जाच्या औषधीनें अशा प्रकारची अद्भुत गोष्ट करतां येते या गोष्टीवर विश्वास ठेवणें शस्त्रवैद्यांच्या अगदीं जिवावर आलें होतें. पण त्यांची ही संशयी वृत्ति कोणाहि शस्त्रवैद्याला करून पाहतां येणाऱ्या प्रयोगांनीं नष्ट होण्यासारखी होती; व त्या करितां जगभर सर्व ठिकाणच्या शस्त्रवैद्यांनीं यानंतरच्या कांहीं थोडक्या आठवड्यांच्या अवधींतच यासंबंधाचे प्रत्यक्ष प्रयोग करून पाहिलेहि. तथापि हा नवीन शोध सर्वत्र मान्य होण्या-पूर्वीं मध्यंतरीं कांहीं थोड्या शस्त्रवैद्यांनीं, विशेषतः पॅरि-समधील शस्त्रवैद्यांनीं, अशी एक विरुद्ध ओरड कांहीं दिवस सारखी चालू ठेवली होती कीं, प्रत्यक्ष वेदना झाल्यामुळें मनाला बसणारा धक्का रोग्याला हितावहच असतो, आणि म्हणून नवा निघालेला, ज्ञानशक्तिहारक उपाय (अनीस्थेसिया) —या नव्या उपायाला सदरहू नांव डॉ. ऑलिव्हर वेन्डेल होल्मस यानें देऊन प्रचारांत आणलें होतें—उपयोगांत आण-ण्याचा सल्ला देतां कामा नये. तसेंच, पुष्कळशा धर्मोपदेशकांनीं व्यासपीठावरून असा गिल्ला सुरू केला कीं, दुःख सोसावें लागणें ही परमेश्वरी योजना आहे; आणि म्हणून, नैतिक दृष्ट्या दुःख टाळण्याचा प्रयत्न न करतां तें सोसणेंच जरूर आहे. परंतु रुग्णालयांतील व व्यासपीठावरील या प्रलयप्रा-कालीन अधिकाऱ्यांची निरर्थक ओरड लवकरच बंद पडली; कारण लवकरच हें स्पष्टपणें निदर्शनास आलें कीं, ज्या रोग्याला शस्त्रक्रियेच्या वेळीं वेदनांनीं धक्का बसत नाहीं तो रोगी धक्का बसणाऱ्या रोग्यापेक्षां पूर्व-स्थितीवर चांगल्या प्रकारें येऊं शकतो; शिवाय धर्माधिका-ऱ्यांच्यातिरिक्त जगांतले सर्व लोक, वास्तविक जरूर नसलेलें दुःख सोसा, असें सांगणाऱ्यांचा धिःकारपूर्वक निषेधच करूं लागले. या कारणामुळें १८४६ मध्यें बोस्टन हॉस्पिटलमध्यें प्रस्तुत पद्धतीच्या शस्त्रक्रियेचा पहिला प्रयोग झाल्यानंतर थोड-क्यांच महिन्यांच्या आंत ईथरनें आपला दुःखविमोचनाच्या कार्यांतील विजय पृथ्वीच्या पाठीवरील सर्व सुधारलेल्या मानव-जातीला मान्य करावयास लावला. चालू काळांतील आपल्या पिढीला सदरहू विजयाचें संपूर्ण रहस्य लक्षांत येण्यास आपल्या कल्पनाशक्तीला मोठाच ताण द्यावयास पाहिजे.

आतां या शोधाच्या श्रेयाबद्दल नंतर जे कांहीं भांडण तंटे झाले—असे तंटे प्रत्येक महत्त्वाच्या शोधाच्या बाबतींत बहुधा होतातच—त्यांत या नव्या शोधाच्या बाबतींत मानाचा वांटा मागणाऱ्या दोन व्यक्ती प्रामुख्यानें पुढें आल्या. या दोन्हीहि व्यक्ती अमेरिकनच होत्या. एक बोस्टन येथील चार्लस टी. जॅक्सन; व दुसरी अलाबामा येथील डॉ. क्रॉफर्ड डब्ल्यू. लॉंग. डॉ. जॅक्सनबद्दल इतकें सांगितलें म्हणजे पुरें आहे कीं, मॉर्टननें शोध लावण्याच्या पूर्वी ईथरच्या अंगच्या विशिष्ट गुणाबद्दल कांहीं थोडीशी अस्पष्ट कल्पना जॅक्सनला आलेली होती. इतकेंच नव्हे, तर या औषधाचा या कामीं उपयोग करण्याची सूचना त्यानें खुद्द मॉर्टनला केली होती. पण मॉर्टननें त्याचा उपयोग पूर्वीच करून पाहिला होता ही गोष्ट त्याला त्या वेळीं माहीत नव्हती. तात्पर्य, जॅक्सनचा या शोधाशीं संबंध एकंदर येवढाच होता. म्हणून सदरहू शोधाच्या मानांत मॉर्टनच्या बरोबरीनें वांटा मागण्याचा जॅक्सनला हक्क पोहोंचत नाहीं हें खास; तथापि जॅक्सनचें मागणें अगदींच मूर्खपणाचें होतें असें मात्र म्हणतां येत नाहीं.

डॉ. लॉंगचा सदरहू शोधाशीं संबंध अगदीं निराळ्या प्रकारचा होता; व तो संबंध चांगला मानाचा होता. शास्त्रीय शोधांच्या इतिहासांत जशा प्रकारचे योगायोग नेहमीं घड-ल्याचें आढळतें तसाच योगायोग या शोधाचे बाबतींतहि घडून आला होता; तो हा कीं, ईथरच्या दुःखनिवारक गुणासंबंधाचे लॉंगचे व मॉर्टनचे प्रयोग एकाच वेळीं चालू होते; परंतु त्यांनां परस्परांनां परस्परांच्या प्रयोगांचीच काय पण अस्तित्वाची सुद्धां माहिती नव्हती. लॉंगनें वैद्यकीचा अभ्यास करीत असतां विद्यार्थी-दशेंतच ईथर हुंगून त्याचे उन्मादकारक परिणाम अनुभविले होते. इतर वैद्यकविषयाचे विद्यार्थी असा अनुभव नेहमीं घेतच असतात; आणि तशा उन्मत्त स्थितींत असतांना त्याला असें आढळून आलें होतें कीं, त्याच्या पायाच्या पुढच्या नळीवर मारलेल्या ठोशाच्या वेदना त्याला मुळींच झाल्या नाहींत. या विशेष अनुभवावरून त्याच्या मनांत असें आलें कीं, शस्त्रक्रिया करतांना रोग्यावर ईथरचा प्रयोग करून पाहावा. पुढें जॉर्जियामधील एका गांवीं वैद्यकीचा धंदा करीत असतां त्यानें पूर्वी सुचलेल्या वरील कल्पनेप्रमाणें प्रत्यक्ष प्रयोग करून पाहिले; व त्यांत त्याच्या मूळ कल्पनेला चांगलें यश आलें. याप्रमाणें मॉर्टननें आपला शेवटचा प्रयोग करून दाखविण्यापूर्वीच दोन किंवा तीन वर्षें ईथरच्या मद-तीनें लॉंगनें कांहीं किरकोळ शस्त्रक्रिया यशस्वीपणानें पार पाडल्या होत्या, ही गोष्ट निःसंशय खरी आहे. आणि म्हणून

या औषधाचा, किंवा निदान कोणत्या तरी औषधाचा अशा प्रकारचा प्रथम उपयोग करून पाहण्याचें श्रेय लाँगला आहे. परंतु दुर्दैवानें, खुद्द लाँगचाच स्वतः करून पाहिलेल्या प्रयोगावर पूर्ण विश्वास बसेना. त्याच सुमारास मूर्छनाशास्त्राचा प्रयोग करून वेदना होऊं न देतां केलेल्या शस्त्रक्रियांच्या प्रयोगासंबंधाच्या हकीकती वैद्यकविषयाच्या मासिकांतून फार येत असत. त्यामुळें स्वतःच्या प्रयोगांतहि औषधीपेक्षां मूर्छनाशास्त्रविषयक परिणामांचा उपयोग रोग्यांनां होत असावा असा लाँगला फार संशय होता. म्हणून आणखी संधी मिळून प्रयोग करून पाहीपर्यंत स्वतःचा शोध जाहीर करण्याचें त्यानें तहकूब केलें. पण शस्त्रक्रियेचे रोगी खेडेगांवांतील धंदेवाल्यांकडे प्रत्यहीं येत नसत. याप्रमाणें अधिक प्रयोगांची वाट पाहत असतां तिकडे मॉर्टननें आघाडी मारली. आणि लाँगचा यत्किंचितहि हातभार न लागतां सदरहू मॉर्टनचा शोध अगाला जाहीर होऊन बसला. खऱ्या शास्त्रीय संशोधकाला उचित अशीच सावधगिरी लाँगनें स्वतःचा शोध जाहीर करण्याचें तहकूब करण्यांत दाखविली होती. परंतु या सावधगिरीच्या पायींच तो एका अत्यंत महत्त्वाच्या, किंबहुना मानवजातीच्या हिताच्या दृष्टीनें पाहतां जगांतील सर्वांत महत्त्वाच्या शास्त्रीय शोधांच्या मानाला मुकला.

ईथरचा उपयोग सररहा सर्वत्र होऊं लागल्यानंतर थोडक्याच महिन्यांनीं सर जे. वायू. सिंप्सन नांवाच्या एका स्कॉच शस्त्रवैद्यानें असा शोध लावला कीं, ईथरसारखे परिणाम क्लोरोफॉर्म नांवाच्या दुसऱ्या एका औषधानें घडवून आणतां येतात; फार काय पण पुष्कळशा रोग्यांच्या बाबतींत ईथरपेक्षां क्लोरोफॉर्मचाच ज्ञानशक्तिहरणाच्या कामीं अधिक चांगला उपयोग होतो. तेव्हांपासून आतांपर्यंत या दोन औषधांच्या अंगच्या गुणाधिक्यासंबंधानें शस्त्रवैद्यांमध्यें द्विधा मत चालत आलेलें आहे; तथापि या गोष्टीमुळें ज्ञानशक्तिहारक उपाय शोधून काढणाऱ्या आद्य संशोधकाच्या योग्यतेला यत्किंचितहि कमीपणा येऊं शकत नाहीं. इतकेंच नव्हे तर, पुढें कधीं काळीं दुसरें एखादें उत्तम औषध सांपडून ईथर अजीबात रद्द पडलें, तरी सुद्धां ज्ञानशक्तिहारक उपाय शोधून काढल्याबद्दलचा अग्रपूजेचा मान मॉर्टनला देणें यत्किंचितहि अयोग्य ठरणार नाहीं. आणि कोणी मत्सरग्रस्त लोक कांहींहि म्हणत असले तरी हा औषधीउपाय जगाला विल्यम टी. सी. मॉर्टननें दाखवून दिला हेंच मत निःसंशय प्रस्थापित झालेलें आहे.

पाश्चूर आणि रोगविषयक जन्तु-सिद्धान्त.— ज्ञानशक्तिहारक औषधांचा शोध लागल्यामुळें जे प्रत्यक्ष फायदे झाले, त्यांशिवाय त्या शोधाचा वैद्यकविज्ञानाची शास्त्रीय प्रगति करण्याच्या कामींहि लवकरच फार उपयोग झाला; तो असा कीं, जिवंत प्राण्यासंबंधानें शस्त्रप्रयोगद्वारा मिळवावयाच्या ज्या ज्ञानाला सदय अंतःकरणाचे वैद्य तोंपर्यंत मुकलेले होते तें मिळविण्याचें साधन या शोधानें उपलब्ध करून दिलें; व त्यामुळें अलीकडील कित्येक वर्षांत मानवजातीचें अमोलिक कल्याण करणारे शोध लावतां आले. तथापि सदरहू शोध जाहीर झाला त्या वेळीं त्यापासून होणाऱ्या प्रत्यक्ष फायद्यामध्यें दंग झाल्यामुळें इतर फायद्यांकडे कोणाचें लक्षच गेलें नाहीं; आणि मॉर्टनच्या शोधानंतरच्या पंधरा वर्षांत वैद्यकीच्या शास्त्रीय ज्ञानाची जी निरनिराळ्या प्रकारची प्रगति झाली ती मुख्यतः मॉर्टनच्या शोधाच्या साहाय्यावांचूनच झाली. ही प्रगति ज्या शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत झाली त्याचा वैद्यकशास्त्राशीं फारच अल्प संबंध आहे असें सकृद्दर्शनीं वाटतें. शिवाय या ज्ञानक्षेत्रांतील मुख्य संशोधक स्वतः वैद्यकशास्त्रज्ञहि नव्हता. तो रसायनशास्त्रज्ञ होता, आणि द्राक्षारस आंबून त्याची दारू कशी बनते त्याची माहिती मिळविण्यामध्यें तो त्या वेळीं गुंतलेला होता. तथापि या माहितीच्या योगानें वैद्यकाला खरें शास्त्रीय स्वरूप प्राप्त करून देण्याच्या कामीं फारच महत्त्वाची मदत झालेली आहे. ही जी आश्चर्यकारक भर पडली त्याचें श्रेय दुसऱ्या कोणत्याहि एका व्यक्तीपेक्षां—किंबहुना या विषयांतल्या इतर सर्व व्यक्तींपेक्षां—या रसायनशास्त्रज्ञाला अधिक आहे. या अद्भुत रसायनशास्त्रज्ञाचें नांव लुई पाश्चूर होय.

या आंबण्याच्या क्रियेसंबंधाचें पाश्चूरनें १८५४ मध्यें जें संशोधन सुरू केलें होतें त्याचा उद्देश त्या वेळीं सुमारें पंचवीस वर्षें शास्त्रज्ञांमध्यें जो एक वाद माजून राहिला होता त्याचा निकाल लावणें हा होता. १८३० च्या सुमारास जेव्हां उत्तम प्रकारचें सूक्ष्मदर्शक यंत्र प्रथमच उपयोगांत आलें होतें त्या वेळीं सूक्ष्म जीवजंतूंसंबंधानें ज्ञान मिळविण्याकडे शास्त्रज्ञांचें लक्ष विशेष लागलें होतें. अशा जंतूंसंबंधानें ल्युवेनहॉक व दुसरे कित्येक शास्त्रज्ञ यांनीं कांहीं माहिती प्रसिद्ध केली होती; व तसे जंतू सर्वत्र आढळतात असेंहि सिद्ध झालें होतें. अशा सूक्ष्म जंतूंचा अभ्यास पुष्कळ संशोधकांनीं केला होता त्यांत कामियर्ड लेटूर हा फ्रेंचमन आणि गोलक-सिद्धान्ताचा उत्पादक जर्मन शास्त्रज्ञ थिओडोर श्वॉन हे प्रमुख होते. या शास्त्रज्ञांनीं, स्वतंत्रपणें संशोधन करून १८३७ च्या सुमारास असा निर्णय काढला होता कीं, हे सूक्ष्मजंतू नैसर्गिक घडामोडींमध्यें पूर्वीच्या कोणाहि शास्त्रज्ञाला कल्पना होती त्यांहून फारच अधिक महत्त्वाचें काम करीत असतात. उदाहरणार्थ, द्राक्षारसाच्या फेसामध्यें जे लहान लहान बिंदू दिसतात, ते वनस्पतिजन्य जिवंत जन्तू असून या जंतूंची वाढ होत गेल्यामुळें द्राक्षारस आंबण्याचें नेहमींचें महत्त्वाचें कार्य होत असतें. शिवाय याच शास्त्रज्ञांनीं तात्पुरतें मत म्हणून असें जाहीर केलें कीं, कुजलेल्या नासलेल्या पदार्थांमध्यें जे नेहमीं प्राणिजन्य किंवा वनस्पतिजन्य सूक्ष्मजंतू आढळतात त्या जंतूंचाच कुजण्याच्या व नासण्याच्या क्रियेशीं कार्यकारण असा संबंध असतो.

हें मत, विशेषतः कुजण्यानासण्याच्या क्रियेसंबंधाचें मत, टर्पिन नांवाच्या एका फ्रेंच वनस्पतिशास्त्रज्ञानें यानंतर कांहीं

काळानें अधिकच स्पष्टपणें प्रतिपादन केलें. अशा मोठ्या शास्त्रज्ञाचा आधार मिळाल्यामुळें या मताला दुसरे अनुयायीहि मिळाले; शिवाय साहजिकपणें अशा या सर्वस्वी नव्या मताला विरोध करणारे लोकहि पुढें आले. त्यांत योगायोग असा आला कीं, त्या काळांतला लीबिग हा प्रमुख वजनदार शास्त्रज्ञ या नव्या मताला जोराचा विरोध करण्यास पुढें सरसावला. १८३९ मध्यें त्यानें आपलें आंबण्याच्या क्रियेसंबंधाचें सुप्रसिद्ध मत जाहीर केलें. तें असें कीं, आंबण्याची क्रिया सजीव जंतूमुळें होते हें म्हणणें चुकीचें असून आंबलेल्या किंवा कुजल्यानासलेल्या पदार्थांत जे सूक्ष्म जंतू सांपडतात त्यांचा त्या क्रियांशीं कार्यकारणसंबंध यत्किंचित्‌हि नसतो. या सुप्रसिद्ध जर्मन शास्त्रज्ञाचें हें मत त्याचा देशबांधव हेल्महोल्ट्झ यानें केलेल्या प्रयोगांनीं अधिक जोरदार बनलें. हेल्महोल्ट्झच्या आरंभींच्या प्रयोगांनीं श्वॅनच्या मताला पुष्टि मिळाली होती; परंतु नंतरच्या प्रयोगांनीं त्याला विरोध केला होता. अशा रीतीनें टर्पिन व हेल्महोल्ट्झ यांच्या संयुक्त वजनामुळें सूक्ष्मजंतुविषयक उपपत्तीला धक्का बसून, पाश्चूरच्या वेळेपर्यंत ती पूर्णपणें मागें पडली. त्या वेळीं सामान्यपणें असें मानण्यांत येत असे कीं, या विषयांतील आद्य संशोधकांनीं सूक्ष्मजंतूंना वाजवीपेक्षां फारच फाजील महत्त्व दिलें होतें.

वस्तुस्थिति अशा प्रकारची असल्यामुळें जेव्हां १८५७ सालीं व पुढील चारपांच वर्षांत पाश्चूरनें संशोधन करून या प्रश्नाला निराळीच प्रयोगयोजना करून असंदिग्धपणें कायमचें निकालांत काढलें, तेव्हां लोकांनां पाश्चूरनें एक अगदीं नवा शोध लावल्याप्रमाणें वाटलें.

त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, मागील संशोधकांनीं सूक्ष्मजंतू जीं जीं कार्यें करतात म्हणून प्रतिपादन केलें होतें तीं सर्व कार्यें तर ते करतातच, पण त्यांशिवाय आणखीहि अधिक कार्यें ते करतात. त्यांच्यावांचून आंबणें, कुजणें, नासणें या क्रिया होणार नाहींत; सजीव वस्तु नाश पावणार नाहींत; तसा नाश होण्याचा दुसरा सावकाशीचा एकच मार्ग म्हणजे ऑक्सिडेशन होणें हा होय. द्राक्षारस आंबण्याची क्रिया किण्व वनस्पतीच्यामुळें होत असते. ही अत्यंत सूक्ष्म वनस्पति द्राक्षारसाच्या अणूंतून कांहीं परमाणू आकर्षण करून घेते. बाकीचे मोकळे झालेले जे परमाणू उरतात त्यांपासूनच कार्बानिक ॲसिड व आल्कोहोल दारू बनते, व त्यामुळें द्राक्षारस आंबून मद्य तयार होतें; तसेंच दुसरी एक सूक्ष्म वनस्पति–डीव्हेननें तिला बॅक्टिरियम् असें नांव दिलें आहे–, ती सेंद्रिय अणूंचा नाश करते व त्यापासून जिला आपण कुजणें-नासणें म्हणतों ती क्रिया घडून येते. पाश्चूरनें असेंहि दाखविलें कीं, सामान्यतः सजीव प्राण्यांनां जो ऑक्सिजन लागत असतो तो ऑक्सिजन वायू या जातीचे सूक्ष्मजंतू हवेंतून न घेतां अस्थिर स्थितींत ऑक्सिजनयुक्त असलेल्या अणूंचे विभाग करून त्यांपासून प्राप्त करून घेत असतात. या शोधानें सर्व जीवशास्त्रज्ञ फारच आश्चर्यचकित झाले. तात्पर्य, नासण्या-कुजण्याची क्रिया या हवेवांचून जगणाऱ्या सूक्ष्मजंतूंच्या व्यापारामुळें होत असते असें पाश्चूरनें सिद्ध केलें.

एका शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे, सेंद्रिय पदार्थांचा नाश होण्याचे जे निरनिराळे मार्ग आपणांस माहीत आहेत ते सर्व आंबण्याच्या क्रियेचे निरनिराळे प्रकार होत, आणि या प्रकारचीं कार्यें त्या त्या ठिकाणीं सजीव सूक्ष्म जंतूंचें अस्तित्व नसेल तर मुळींच घडून येणार नाहींत, असें पाश्चूरनें सिद्ध करून दाखविलें. उदाहरणार्थ, एखादा मांसाचा तुकडा सूक्ष्म जंतू नसलेल्या हवेंत टांगून ठेविला तर तो हळूहळू वाळून जाईल. हवेमध्यें कितीहि उष्णता असली किंवा दुसरा कांहीं फेरफार झाला तरी तो यत्किंचित्‌हि नासणार कुजणार नाहीं.

ताजा द्राक्षारस प्रथम चांगला तापवून ठेवून दिल्यास तो कधींहि आंबत नाहीं. मात्र हवेमध्यें जे जंतू असतात ते हवेबरोबर त्या रसांत मिसळणार नाहींत अशी काळजी घेतली पाहिजे. उकळून ठेवलेला द्राक्षारस सुद्धां, त्यांत द्राक्षें किंवा देंठ धुतलेलें पाणी मिसळल्यास आंबतो. परंतु उकळलेल्या द्राक्षारसांत उपरिनिर्दिष्ट धुण्याचें पाणी प्रथम चांगलें उकळून व नंतर निववून मिसळलें तर मात्र तो द्राक्षारस आंबत नाहीं. त्याचप्रमाणें द्राक्षारसांत द्राक्षांच्या आंतला शुद्ध रस मिसळला तरी मूळ द्राक्षारस बिघडत नाहीं, असें पाश्चूरनें प्रयोगानें सिद्ध करून दाखविलें. यानंतर त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, बियर दारूमध्यें जो बिघाड होतो त्याचा कित्येक सूक्ष्मजंतूंशीं संबंध पोहोंचतो.

या संशोधनाचा प्राणिमात्रांनां होणाऱ्या रोगांशीं प्रत्यक्ष कांहीं एक संबंध नव्हता. परंतु तें संपूर्ण झालें नव्हतें तोंच निदानशास्त्रांतील अनेक शाखांमध्यें प्रगति करण्याच्या कार्याला उत्तेजन मिळालें. या संशोधनामुळें प्रथमच शास्त्रज्ञांनीं, रोग उत्पन्न करण्याला सूक्ष्मजंतू कितपत कारणीभूत होतात, हा प्रश्न सोडविण्याकरितां हातीं घेतला. विशेषतः वरील शोधामुळेंच डीव्हेन नामक फ्रेंच वैद्यानें, काळपुळी, किंवा प्लीहाज्वर या जनावरांनां होणाऱ्या रोगासंबंधानें दहा वर्षांपूर्वी सोडून दिलेलें संशोधन पुन्हां करण्यास सुरुवात केली. सदरहू रोगांमुळें यूरोपमधील दरसाल गाईम्हशी व मेंढ्या पुष्कळ मरून शेतकऱ्यांचें लाखों फ्रँकांचें नुकसान होत असे. १८५० मध्यें या काळपुळीच्या रोगानें मरण पावलेल्या जनावरांच्या रक्तामध्यें डीव्हेनला सूक्ष्मजंतूंचे पुंजकेच्या पुंजके दृष्टीस पडले होते. परंतु या किड्यांचा सदरहू रोगाशीं कार्यकारण संबंध असेल अशी त्याला त्या वेळीं कल्पना आली नव्हती. आतां १८६३ मध्यें पाश्चूरच्या शोधामुळें सूक्ष्मजंतूंच्या अंगीं केवढी शक्ति असते त्याची योग्य जाणीव झाल्यामुळें या विषयाकडे तो पुन्हां वळला; आणि इनॉक्युलेशनच्या साहाय्यानें प्रयोग

करून पाहिल्यावर त्याची अशी खात्री झाली कीं, त्याला जे सूक्ष्मजंतू आढळून आले होते तेच या संसर्गजन्य काळपुळीच्या रोगाचें एकटें कारण होय.

१८६३ मध्यें हें मत जाहीर होतांच त्यावर वाद उत्पन्न झाला. एखाद्या वनस्पतिजन्य सूक्ष्मजंतूमुळें एखादा मोठा भयंकर रोग उत्पन्न होतो ही कल्पनाच इतकी थक्क करून सोडणारी होती कीं, ती एका दिवसांत सर्वांनां मान्य होणें शक्य नव्हतें. आणि ती मान्य करण्यापूर्वी डॅव्हेननें पुढें आणलेल्या पुराव्यापेक्षां जास्त खात्रीकारक पुरावा मिळाला पाहिजे असें जीवनशास्त्रज्ञ व वैद्यकशास्त्रज्ञ यांपैकीं पुष्कळांचें म्हणणें पडलें.

तेव्हां साहजिकपणेंच पृथ्वीच्या पाठीवरील पुष्कळ ठिकाणचे शास्त्रज्ञ या संशोधनक्षेत्रामध्यें शिरले. त्यामध्यें जर्मन शास्त्रज्ञ डॉ. रॉबर्ट कॉक हा प्रमुख होता. त्यानें स्वतः प्रयोग करून डॅव्हेनच्या मतांनां दुजोरा दिला; इतकेंच नव्हे तर पुढें आणखी प्रयोग करून निरनिराळ्या पदार्थांवर एका मागून एक याप्रमाणें सूक्ष्मजंतूंच्या आंठ पिढ्या उत्पन्न केल्या व अशा शुद्ध व निर्दोष स्थितींतल्या आठव्या पिढींतील जंतूंनीं इनॉक्युलेशन केलें. तरी सुद्धा इनॉक्युलेशन केलेलीं जनावरें त्या रोगानें मरण पावलीं.

हे प्रयोग निर्णायक स्वरूपाचे दिसतात, तथापि तेवढ्यांनींहि जगाची खात्री पटेना, आणि १८७६ मध्यें जेव्हां हा वाद अगदीं जोरांत होता त्या सुमारास हा विषय हातीं घेण्याविषयीं पाश्चूरला विनंति करण्यांत आली. हा मोठा शास्त्रज्ञ वर्षानुवर्षें जीवशास्त्राकडेच फक्त अधिकाधिक पूर्णपणें लक्ष घालूं लागला होता; आणि रेशमाच्या किड्यांनां होणाऱ्या रोगांविषयीं—हे रोग सूक्ष्मजंतूंच्या संसर्गानें होतात असें सिद्ध झालें होतें—आणि सहजोत्पत्तीच्या उपपत्तीविषयीं त्यानें जी हल्लीं सुप्रसिद्ध असलेली माहिती जमविली होती, त्यामुळें सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्यानें करावयाच्या संशोधनपद्धतीसंबंधानें त्याच्याजवळ जी साधनसामुग्री तयार होती, तशी दुसऱ्या कोणाजवळहि नव्हती. आणि म्हणून त्यानें जेव्हां आपल्या प्रयोगशाळेंतील ड्यूक्लॉक्स, चेंबरलंड व रूक्स या मित्रांच्या साहाय्यानें अँथॅक्सच्या रोगासंबंधाचा वादग्रस्त प्रश्न हातीं घेतला त्या वेळीं सर्व जग काय निकाल होतो त्याकडे अत्यंत उत्कंठेनें पाहूं लागलें. पुढें १८७७ मध्यें जेव्हां पाश्चूर अँथॅक्सच्या बाबतींतला आपला निकाल देण्यास तयार झाला त्या वेळीं त्याच्याजवळ निर्णायक स्वरूपाचा प्रयोगादि पुरावा इतका उत्तम व भरपूर होता—त्याच्या प्रयोगांच्या बिनचूकपणाबद्दल कोणाला केव्हांहि संशय घेण्यास जागा नव्हती—कीं, अँथॅक्सचा रोग सूक्ष्मजंतूंपासून होतो याबद्दलची संशयी वृत्ति शेवटीं कायमची नष्ट झाली.

तेव्हांपासून पुढें, अँथॅक्स हा संसर्गजन्य रोग प्राण्यांच्या शरीरांत एका विशिष्ट जातीचा जंतु—सूक्ष्म वनस्पति—शिरून तेथें वाढ पावल्यानें होत असतो, याबद्दल कोणालाहि संशय उरलेला नाहीं. आणि एका संसर्गजन्य रोगाबद्दल जें कारण खरें असल्याचें ठरलें, तेंच कारण इतर बहुतेक, किंबहुना, सर्वच संसर्गजन्य रोगांसंबंधानें खरें आहे असें पुढें थोड्याकार दिवसांनीं खास ठरणार, याबद्दल संशय घेण्यास तर्कसंबद्ध विचार करणाऱ्या मनुष्याला योग्य कारण कांहींच उरणें शक्य दिसत नाहीं.

पाश्चूरच्या काळापर्यंत, संसर्गानें एका व्यक्तीपासून दुसऱ्या व्यक्तीमध्यें पसरणाऱ्या रोगांचें कारण काय याबद्दल पूर्ण गूढ होतें; आणि 'मिआझम' 'ह्यूमर' 'व्हिरस' अशा प्रकारच्या केवळ अज्ञानावर पांघरूण घालण्याकरितां योजलेल्या संदिग्ध शब्दप्रयोगांनीं वस्तुस्थितीवर कांहीं एक प्रकाश पडण्यासारखा नव्हता. श्वॉन आणि हेन्ले यांच्या सारख्या एखाददुसऱ्या भविष्यज्ञानी शास्त्रज्ञाला या बाबतींतल्या रहस्याचें अनुमान झालेलें होतें. परंतु शास्त्रीय ज्ञानाच्या बाबतींत नुसत्या काल्पनिक अनुमानाची योग्यता प्रत्यक्ष प्रयोगसिद्ध ज्ञानाच्या मानानें फारच कमी असते. म्हणून, पाश्चूरच्या शोधामुळेंच प्रथम जगाला यासंबंधाचें खरें ज्ञान झालें, आणि वैद्यकाला खऱ्या बिनचूक शास्त्राचा उच्च दर्जा प्राप्त करून देण्याच्या मार्गावरील आणखी एक मोठी मजल मारण्यांत आली; असें म्हणणें भाग आहे.

लिस्टर आणि जंतुमारकपद्धतियुक्त शस्त्रविद्या.—मध्यंतरीं, वैद्यकाशीं संबंध असलेल्या दुसऱ्या एका शास्त्रशाखेमध्यें उपयुक्त ज्ञानाची भर पडून व्यावहारिक दृष्ट्या वरच्या पेक्षांहि अधिक महत्त्वाचे फायदे तत्काळ होऊं लागले. ही भर म्हणजे शस्त्रविद्येंतील जंतुमारकपद्धतीच्या तात्त्विक व व्यावहारिक ज्ञानाची होय. वैद्यकाच्या इतर उपांगांप्रमाणें या उपांगांत पडलेली ज्ञानाची भरहि पाश्चूरनें आल्कोहोलयुक्त मादक पेयामध्यें होणाऱ्या आम्लीकरणाच्या क्रियेसंबंधानें जी नवी माहिती प्रसिद्ध केली तिचाच प्रत्यक्ष परिणाम होय. मात्र ही भर घालण्याचें काम प्रत्यक्ष पाश्चूरच्या हातून झालेलें नाहीं. सूक्ष्मजंतूसंबंधानें जें नवें ज्ञान पाश्चूरनें जगापुढें मांडलें, त्यानें सूचित होणाऱ्या असंख्य गोष्टींकडे चित्त वेधलें जाऊन डॉ. जोसेफ लिस्टर (नंतर बनलेला लॉर्ड लिस्टर) या ग्लासगो येथील रहिवाशानें १८६० पासूनच आश्चर्यकारक व व्यावहारिक उपयोगाचीं अनुमानें काढण्यास सुरवात केली. उदाहरणार्थ, त्यानें एक असें अनुमान काढलें कीं, जर सडण्याची क्रिया सूक्ष्मजंतूंच्या वाढीमुळें होते ही गोष्ट सर्वस्वीं खरी आहे तर हा नियम जिवंत, त्याच प्रमाणें मृत दोन्हीं स्थितींतील देहांनां लागू झाला पाहिजे. म्हणून मनुष्यप्राण्याला होणाऱ्या जखमांमध्यें व शस्त्रक्रिया केलेल्या भागामध्यें जी सडण्याची क्रिया चालू होते व त्यापासून पुढें सर्व शरीरांतील रक्त दूषित होण्याची जी क्रिया सुरु होते, ते सर्व परिणाम, इजा झालेले शरीराचे भाग उपर्युक्त

सूक्ष्मजंतूंपासून पूर्णपणें निर्दूषित ठेविल्यास, टाळतां येण्यासारखे आहेत.

हें घडवून आणण्याकरितां लिस्टरनें, रोग्याला इतर कांहीं अपाय न होतां सूक्ष्मजंतू मारणारीं औषधें आणि जंतुमुक्त केलेल्या जखमेमध्यें पुन्हा जंतू उत्पन्न न होऊं देणारे उपाय शोधून काढण्याकरितां प्रयोग सुरू केले. या कार्यांत त्याला किती उत्तम यश आलें तें सर्व जगाला माहित आहेच; पण त्याला या कार्यांत जो भयंकर विरोध झाला त्याविषयीं बहुतेक जगाला आतां विसर पडला आहे. १८६७ मध्येंच त्यानें प्रयोगद्वारा मिळविलेली माहिती प्रसिद्ध केली व त्यावरून त्याला या महत्त्वाच्या कार्यांत यश आल्याचें दिसूं लागलें; परंतु या विषयासंबंधानें सामान्यतः सर्व शस्त्रवैद्यांमध्यें इतकी अश्रद्धा होती कीं, कित्येक वर्षें यूरोपखंडांतील कित्येक प्रमुख शस्त्रवैद्यांनां लिस्टरच्या कार्याची बातमीसुद्धां नव्हती. १८७० मध्यें पॅरिसमधील कित्येक जखमी शिपाई शरीर सडून मरण पावले; आणि १८७१ मध्यें फ्रेंच शस्त्रवैद्य ऑल्फॉन्से ग्यूरिन यानें, पाश्चूरच्या शोधांनीं उत्तेजन येऊन जखमेमध्यें जंतू शिरूं नयेत म्हणून जखम कापसाच्या पट्टीनें बांधून ठेवण्याची कल्पना काढली. त्या वेळीं आपल्या एका समकालीन ब्रिटिश शास्त्रज्ञानें दहा वर्षांपूर्वींच जंतुप्रतिबंधक उपाय शोधून काढण्याचे प्रयत्न सुरू केलेले असून त्यांनां पुष्कळसें यशहि प्राप्त झालें आहे ही बातमी त्याला मुळींच नव्हती. तथापि पुढें फ्रेंच शास्त्रविद्यापीठ (अकेडमी ऑफ सायन्सेस) या संस्थेनें लिस्टरच्या पद्धतीला कालदृष्ट्या व गुणदृष्ट्याहि योग्य असलेला अग्रपूजेचा मान बिनहरकत कबूल केला, आणि १८८१ मध्यें लिस्टरचा त्याबद्दल जाहीरपणें गौरव केला. लंडन येथील रॉयल सोसायटीनें सदरहू प्रकारचा लिस्टरचा गौरव एक वर्षापूर्वींच केला होता. या सुमारास लिस्टरच्या नव्या पद्धती सर्वत्र प्रचलित झाल्या होत्या. त्यांनीं शस्त्रविद्येच्या व्यावहारिक अंगामध्यें क्रांति घडवून आणली आणि पूर्वी ज्या रोगांबद्दल शस्त्रवैद्यांनां भयंकर भीति वाटत असे व ज्यांमुळें शस्त्रक्रियेच्या उपायाबद्दल लोकांमध्यें अपकीर्ति पसरलेली होती ते रोग पृथ्वीच्या पाठीवरून अजीबात हांकून लावले. पुढें या विषयासंबंधाचें संशोधन ज्यांनां सूक्ष्मदर्शकयंत्राची माहिती नव्हती अशाहि हजारों लोकांनीं चालू ठेविलें, व त्यांच्या प्रयत्नांनीं सूक्ष्मजंतूंपासून रोग उत्पन्न होतात हें मत प्रस्थापित करण्याच्या कामीं पुष्कळच मदत केली. हें मत वैद्यकीय जगाला १८८० च्या सुमारासच पूर्णपणें मान्य झालेलें होतें. शिवाय या संशोधकांच्या प्रयत्नांनीं आणखी अधिकहि कार्य केलें, तें हें कीं, रोग कशामुळें उत्पन्न होतात तें कारण नक्की समजल्यामुळें तशी रोगोत्पादक स्थिति उत्पन्न न होऊं देण्याचे उपाय शोधून काढणें शक्य आहे व तें काम हातीं घेण्याची कल्पना प्रामुख्यानें पुढें आणली.

रोगप्रतिबंधक रोगबीजान्तःक्षेपणपद्धति.–सहजोत्पत्तिसंबंधाची उपपत्ति बऱ्याच वादविवादानंतर अखेर पाश्चूर व टिंडाल यांच्या शोधांनीं निराधार असल्याचें ठरल्यावर एक गोष्ट स्पष्ट झाली कीं, ज्या ठिकाणीं अगोदर एकहि सूक्ष्मजंतु नसेल तेथें सूक्ष्मजंतूंची आपोआप वाढ होणें शक्य नाहीं. पुढें शस्त्रविद्येमध्यें लिस्टरनें सुरू केलेल्या नव्या उपायांनीं, शरीराच्या इजा झालेल्या भागांत जंतूंचा प्रवेश न होऊं देणें व तेथें सूक्ष्मजंतू पूर्वीच जमले असल्यास ते मारून टाकणें, या गोष्टी करणें शक्य आहे असें दाखविलें. तथापि अद्याप आणखी एक महत्त्वाचा प्रश्न सोडविण्याचा कांहींच मार्ग निघाला नव्हता; तो प्रश्न प्राणिमात्राच्या शरीरांत मुखद्वारा व नासिकाद्वारा जे सूक्ष्मजंतू शिरतात व तेथें संसर्गजन्य रोग उत्पन्न करून त्या योगानें पुष्कळशा मनुष्यप्राण्यांचे बळी घेतात, त्या शरीरांत शिरलेल्या सूक्ष्मजंतूंचा नाश कसा करावयाचा हा होय. हा उपाय शोधून काढण्याच्या कार्याकडे आतां प्रत्येक कल्पक वैद्याचें व प्रत्येक सूक्ष्म जीवशास्त्रज्ञाचें लक्ष लागून राहिलें.

तथापि या उपायाकरितां जगाला फार दिवस वाट पहात बसावें लागलें नाहीं. इतर प्रमुख शास्त्रज्ञांच्या मनांत हा प्रश्न नीटसा उत्पन्न होण्यापूर्वींच पाश्चूरनें त्याचें उत्तर शोधून काढलें. जेनरच्या देवीच्या बाबतींतल्या अनुभवजन्य ज्ञानानें यश मिळविण्याच्या मार्गाचा अवलंब करून त्यानें इतर पुष्कळ शास्त्रज्ञांप्रमाणेंच, रोगबीजान्तःक्षेपणाचे प्रयोग पुष्कळ दिवस चालविले होते. आणि ९ फेब्रुवारी १८८० रोजीं त्यानें फ्रेंच अकेडमी ऑफ सायन्सेस या संस्थेला असें कळविलें कीं, विशिष्ट रोग होण्याचा संभव असलेल्या प्राण्याला तो रोग थोड्या प्रमाणांत होऊन त्या रोगाच्या जंतूंचें विष तीव्र प्रमाणांत वाढूं न देण्याचा व त्या योगानें तो रोगहि मोठ्या भयंकर प्रमाणांत होऊं न देण्याचा उपाय सांपडला आहे. हा बचावाचा उपाय गोस्तनदेवीची लस टोंचून अंगच्या देवी येऊं न देण्याच्या उपायासारखाच आहे. पाश्चूरनें ज्या विशिष्ट रोगासंबंधानें सदरहू उपायाचे प्रयोग करून पाहिले तो कोंबड्यांनां होणारा सर्वश्रुत असलेला कॉलरा रोग होय. या " रोगाच्या बीजाची लस " कशी करावयाची ती पद्धति त्याच सालच्या अक्टोबर महिन्यांत त्यानें जाहीर केली. ती पद्धति म्हणजे कृत्रिम साधनांनीं उघड्या हवेमध्यें त्या रोगाचे सौम्य प्रमाणांत बीजजंतू तयार करणें, ही होय. या प्रयोगाच्या आधारानें पुढें त्यानें असेंहि निःशंकपणें जाहीर केलें कीं, सदरहू उपायासंबंधानें सामान्य नियम करणेंहि शक्य आहे, म्हणजे उपर्युक्त रोगाप्रमाणें इतर सर्व संसर्गजन्य रोगांवरहि हाच उपाय लागू होण्यासारखा आहे.

पाश्चूरनें थोडक्याच महिन्यांनीं आपलें भविष्य खरें करून दाखविलें. कारण १८८१ च्या फेब्रुवारीमध्यें त्यानें

अकॅडेमीला असें कळविलें कीं, त्यानें आपल्या एम्. एस्. चेंबर-लँड व रूक्स या मित्रांच्या साहाय्यानें काळपुळीच्या (अँथॅक्स) भयंकर रोगापासून मेंढ्यांचा बचाव करतां येईल अशा प्रकारची सदरहू रोगाच्या सूक्ष्म जंतूंची कमकस लस तयार केलेली आहे. ही विषारी जंतूंची लस आपल्या इच्छेप्रमाणें तयार करतां येते व थोडक्या तासांच्या अवधींत तिचा सांठा पाहिजे तितका वाढवितां येतो; त्याकरितां रोगदूषित रक्ताची जरूर लागत नाहीं.

पाश्चूरनें हा आपला शोध जाहीर करतांच त्याचा खरेपणा सिद्ध करून दाखविण्याबद्दल त्याला तावडतोब आव्हान करण्यांत आलें; व त्यामुळें सर्व जगाचें तिकडे लक्ष वेधलें गेलें. पाश्चूरच्या शोधाचें मोठें महत्त्व लक्षांत घेऊन एका शेतकी संस्थेच्या अध्यक्षानें पाश्चूरला आपला शोध जाहीरपणें कसोटीस लावून दाखविण्याबद्दल विनंति केली. त्यानें एक पन्नास मेंढ्यांचा कळप पाश्चूरच्या स्वाधीन करून त्यांपैकीं निम्या मेंढ्यांनां कमजोर लस टोंचण्याबद्दल सुचविलें. नंतर सर्व पन्नास मेंढ्यांनां जोरकस विषारी रोगजंतूंनीं टोंचून त्या सर्व मेंढ्या एकाच मेंढवाड्यांत एकत्र ठेवण्याचें ठरविलें. असें केल्यावर लस टोंचलेल्या मेंढ्या जगतील व बाकीच्या मरतील अशा आश्वासनावर प्रयोग करण्याचा करार उभयतांमध्यें ठरला. शिवाय पाश्चूरनें, दोन मेंढ्यांऐवजीं दोन बोकड, आणि दहा गुरें त्या कळपांत ठेवावीं, पण गुरांवर पूर्वी प्रयोग करून पाहिलेला नसल्यामुळें तीं प्रयोगाचा निर्णय देतांना विचारांत घेऊं नयेत, असेंहि ठरविलें.

हा प्रयोग माणसाच्या अन्तःकरणाचीहि कसोटी पाहणारा होता, कारण सर्व जग त्याकडे संशयी मनानें पहात होतें; आणि सदरहू संशोधकाचें म्हणणें निराधार किंवा खोटें ठरतांच भलतेच मूर्खपणाचे सिद्धान्त पुढें मांडल्याबद्दल त्याची टर करण्यास तयार होतें. तावत्कालपर्यंत मिळविलेली एकंदर कीर्ति लक्षांत घेऊनहि पाश्चूरच्या या नव्या शोधाच्या खरेपणावर विश्वास ठेवण्यास शास्त्रज्ञ किंवा इतर कोणीहि तयार नव्हते. ठरलेल्या उपर्युक्त प्रयोगाची एकंदर माहिती जगाला जाहीर होण्यास मध्यंतरीं अवकाश बराच होता. कारण 'प्रतिबंधक' रोगबीजान्तःक्षेपणाची—उर्फ, पाश्चूरनें म्हटल्याप्रमाणें, लस टोंचण्याची—पहिली क्रिया ५ मे रोजीं करण्यांत आली, व दुसरी १७ मे रोजीं करण्यांत आली, आणि नंतर आणखी दोन आठवड्यांनीं पूर्ण विषारी रोगजंतूंनीं शेवटीं टोंचण्यांत येणार होतें. पहिले दोन प्रयोग मिळून एकंदर चोवीस मेंढ्या, एक बोकड व पांच गुरें येवढ्यांनां लस टोंचली. नंतर ३१ मे रोजीं, लस टोंचलेल्या व नंतर न टोंचलेल्या एक आड एक याप्रमाणें साठहि मेंढ्यांनां पूर्ण विषारी रोगजंतूंनीं टोंचण्यांत आलें. याप्रमाणें सर्वांनां टोंचल्यावर एकाच मेंढवाड्यांत सर्वांनां एकत्र ठेवून परिणाम काय होतो त्याची वाट पहात ते बसले.

त्यानंतर दोन दिवसांनीं, २ जून रोजीं, ठरलेल्या वेळीं कित्येक प्राणिवैद्य, वर्तमानपत्रांचे बातमीदार, लांबचे व जवळचे बरेचसे शेतकरी इत्यादि पुष्कळसे लोक या शास्त्रीय प्रयोगाचा शेवट काय होतो तें पाहण्याकरितां जमा झाले. त्या वेळीं शास्त्रीय ज्ञानाच्या प्रगतीच्या इतिहासांतील एक अत्यंत विलक्षण देखावा त्यांच्या नजरेस पडला. तो देखावा पाहून सर्व लोकसमुदाय आश्चर्यचकित होऊन गेला. त्या मेंढवाड्यामध्यें जे रोगप्रतिबंधक उपाय न केलेले प्राणी होते ते सर्व, कोणी मेलेले, कोणी मरणोन्मुख झालेले, कोणी रोगानें पीडित होऊन मृत्युपंथाला लागलेले अशा स्थितींत आढळले; उलट पक्षीं ज्यांनां रोगप्रतिबंधक उपाय केलेला होता ते मात्र सर्व चांगल्या निरोगी स्थितींत निष्काळजी मनानें इकडे तिकडे फिरत होते. वीस मेंढ्या व एक बोकड अगोदरच मेलेले होते, दोन मेंढ्या प्रेक्षकांसमक्षच मरण पावल्या व बाकीचे रोगग्रस्त प्राणी आणखी कांहीं तास जिवंत होते. याप्रमाणें हा विलक्षण व हृदयद्रावक प्रयोग पार पडून शास्त्रीय ज्ञानामध्यें आणखी एका महत्त्वाच्या शोधाची भर पडली. या प्रयोगानंतर अर्थातच, विरोध करीत असलेल्या सर्व लोकांनीं आपलीं निशाणें खालीं ठेवून पराभव विनशर्त कबूल केला; आणि प्रयोगशाळेमध्यें रोगप्रतिबंधक लस तयार करतां येते, हें तत्त्व बिनहरकत सर्वत्र प्रस्थापित झालें.

शास्त्रीय ज्ञानाच्या रणक्षेत्रावरील या सुप्रसिद्ध लढाईनें औषधिविज्ञानशास्त्राच्या इतिहासांतील एका नवीन काळास आरंभ झाला. रोगप्रतिबंधक उपायाचें वरील तत्त्व एका रोगाचे बाबतींत खरें ठरतांच त्यावरून एक सामान्य नियम काढतां येईल, तें तत्त्व मनुष्यप्राण्याला होणाऱ्या रोगांनांहि लागू करतां येईल, आणि पुष्कळशा संसर्गजन्य रोगांवर थोड्याफार अवकाशांत खात्रीलायक उपाय शोधून काढले जातील, हें सर्व भाकीत वरील प्रयोग प्रत्यक्ष यशस्वी होण्यापूर्वीच करून ठेविलेलें होतें. हें भाकीत आतां झपाट्यानें खरें होण्याच्या मार्गास लागलें. स्वतः पाश्चूरनें सदरहू उपाय पिसाळलेलें कुत्रें चावलेल्या माणसाच्या रोगावर १८८५ मध्यें करून पाहिला, व तेव्हांपासून या प्राणघातक रोगाची भीति बरीचशी कमी झालेली आहे. पॅरिसमधील पाश्चूर इन्स्टिट्यूटमध्यें या उपायानें आजपर्यंत पिसाळलेलीं कुत्रीं चावलेलीं हजारों माणसें मृत्युमुखांतून वांचविण्यांत आलीं आहेत; व या इन्स्टिट्यूटच्या नमुन्यावर न्यूयॉर्कपासून ब्हाट्रांगपर्यंत स्थापन झालेल्या पृथ्वीवरील सर्व भागांतल्या संस्था सदरहू परोपकाराचें काम करीत आहेत.

रक्तजलोपचार.—श्वानदंशरोगप्रतिबंधक लस तयार करीत असतांना पाश्चूर व त्याचे सहकारी शास्त्रज्ञ यांनीं रोगविष कमजोर करण्याची एक नवीन पद्धत शोधून काढली. कोंबड्यांच्या कॉलरा रोगाची व काळपुळीच्या रोगाची लस तयार करण्याच्या पद्धतीहून ही पद्धति अगदीं निराळी होती.

श्वानदंशरोगाचे जंतू ससाणा, किंवा ससे यांच्या शरीरांत घालून त्या प्राण्यांच्या शरीरांत त्यांची वाढ करण्यांत आली. तेव्हां या रोगदूषित प्राण्यांच्या पृष्ठवंशरज्जूमध्यें या रोगाचे जंतू पुष्कळसे आढळून आले; आणि ती रज्जू उघड्या हवेंत ठेवून वाळवल्यावर त्यांचा विषारीपणा लवकरच कमी झाला. अशा रज्जू निरनिराळ्या प्रमाणांत वाळलेल्या घेऊन त्या पुनः भिजवून नरम केल्या व त्यांपासून कमजास्त तीव्र स्वरूपाची रोगप्रतिबंधक लस तयार करण्यांत आली. प्राण्याच्या शरीरांतच लस तयार करण्याची ही कृति जेनरच्या देवींची लस तयार करण्याच्या सुप्रसिद्ध रीतीवरूनच सुचली, आणि या कृतीनें नूतन उपचारपद्धतींत फार मोठी उपयुक्त भर घातली. लवकरच या पद्धतीला फार मोठें महत्त्व प्राप्त झालें. या पद्धतीला रक्तजलोपचार असें नांव पडलें. रक्तजलोपचारपद्धति म्हणजे प्रथम एखाद्या प्राण्याच्या शरीरांत रोगप्रतिबंधक रोगबीज घालून त्याच्या शरीरांत तयार झालेल्या रक्तजलाचा त्या रोगावर उपचार करणें.

सदरहू उपचारपद्धति पाश्चूर व त्याचे सहकारी यांनां पुढील गोष्टीवरून सुचली. ती गोष्ट ही कीं, निरनिराळ्या जातींच्या प्राण्यांनां विशिष्ट प्रकारच्या रोगाची बाधा निरनिराळ्या प्रमाणांत होत असते, आणि एका विशिष्ट रोगाचे जंतू एका विशिष्ट जातीच्या प्राण्यांच्या शरीरांत, एका प्राण्यांतले त्याच जातीच्या दुसऱ्या प्राण्यांत याप्रमाणें, घालीत गेल्यास ते रोगाचे जंतू उत्तरोत्तर अधिकाधिकच विषारी होत जातात, आणि, उलटपक्षीं, ते रोगजंतू दुसऱ्या एखाद्या जातीच्या प्राण्यामध्यें त्याचप्रमाणें घातल्यास त्यांचा विषारीपणा कमी कमी होत जातो. या गोष्टीवरून त्यांनीं असा सिद्धान्त काढला कीं, ज्या प्राण्यांच्या शरीरांत विशिष्ट रोगाला प्रतिकार केला जातो त्यांच्या रक्तांत त्या विशिष्ट रोगाच्या जंतूंनां प्रत्यक्ष मारक असें कांहीं तरी द्रव्य असलें पाहिजे, व हें द्रव्य उपायकारक औषध म्हणून ज्या जातीच्या प्राण्यांनां त्या रोगाची विशेष बाधा होते त्यांच्या शरीरांत रोग झाला असतां घालावें. हा पाश्चूरचा सिद्धान्त प्रसिद्ध होतांच पृथ्वीच्या पाठीवरील सर्व भागांतले शास्त्रज्ञ या दिशेनें प्रयोग करण्यास मोठ्या उत्सुकतेनें लागले. त्यांत प्रथम डॉ० वेहरिंग व किटासेटो पुढारी होते, नंतर त्यांचे मागून पॅरिस येथील पाश्चूर इन्स्टिटयूटमधील डॉ. रूक्स व त्याचे सहकारी शास्त्रज्ञ पुढारी बनले. वेहरिंगनें १८९२ मध्यें धनुर्वात व घटसर्प या दोन महत्त्वाच्या रोगांसंबंधानें निश्चित स्वरूपाची माहिती प्रसिद्ध केली; तथापि ही उपचारपद्धति १८९४ पर्यंत विशेष प्रसिद्धीस आली नव्हती. या सालीं ब्युडा-पेस्ट येथें भरलेल्या आरोग्यविषयक कांग्रेसपुढें डॉ. रूक्सनें एक अत्यंत महत्त्वाचा निबंध सादर करून या बाबतींत एका नव्या काळास आरंभ करून दिला.

या निबंधामध्यें डॉ. रूक्सनें प्रथम वेहरिंग, एहर्लिच, बोअर, कोसेल, व वेसरमन यांच्या एतद्विषयक संशोधनकार्यांचा उल्लेख करून, नंतर पाश्चूर इन्स्टिटयूटमध्यें रोगविनाशक रक्तजल तयार करण्याच्या ज्या पद्धती शोधून काढल्या होत्या त्यांचें सविस्तर वर्णन केलें होतें. या रक्तजलाला रोगविषनाशक औषधि असें नांव वेहरिंगनें दिलेलें असून तेंच हल्लीं प्रचारांत आहे. ही रोगनाशक लस तयार करण्याची पद्धति अशी कीं, प्रथम घटसर्प या रोगाचे जंतू (ते शोधून काढणाराच्या सन्मानार्थ त्यांनां क्लेब्जलाफ्लर जंतू असें म्हणतात) कांहीं महिने मांसरसामध्यें वाढवावयाचे म्हणजे या रोगविषाचा विषारीपणा अत्यंत तीव्र होतो.

नंतर या रोगविषावर आणखी कांहीं क्रिया करून या रोगविषाचे भाग अधिकाधिक प्रमाणांत घेऊन ते प्राण्याच्या शरीरांत घालावयाचे; मात्र तो प्राणी त्या रोगाला बळी पडणार नाहीं इतक्या प्रमाणांत तें विष काळजीपूर्वक घालावयाचें. याप्रमाणें कांहीं काळ क्रिया चालू ठेविल्यावर असें आढळून येतें कीं, या प्राण्यांतील रक्तजल घटसर्प रोग झालेल्या जनावराच्या किंवा माणसांच्या अंगांत टोंचून घातल्यास त्याचा रोगविनाशक औषधीप्रमाणें उपयोग होतो. निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे या सिद्धांताप्रमाणें, घटसर्परोगाचें विष प्राण्याच्या शरीरांत पुनः पुन्हां घालून त्यापासून घटसर्परोगविषनाशक रक्तजल तयार करतां येतें. या कार्याकरितां कोणत्याहि माणसाळलेल्या जातीचा प्राणी उपयोगी पडतो; तथापि त्यांतल्या त्यांत घोडा हा प्राणी सर्वांत उत्तम, असा डॉ. रूक्सला अनुभव आला होता.

तथापि डॉ. रूक्सच्या निबंधांत फक्त प्रयोगशालेंतील पद्धतींचें वर्णन होतें असें नाहीं; तर पॅरिस येथील दवाखान्यांमध्यें प्रत्यक्ष घटसर्प झालेल्या पुष्कळ रोग्यांवर असल्या रक्तजलाचा जो उपयोग करून पाहिला होता त्याचीहि माहिती होती. अशा रोग्यांपैकीं बऱ्याच जणांच्या बाबतींत यशहि आलेलें होतें. याप्रमाणें विशेषतः बालपणांत होणाऱ्या घटसर्प या अत्यंत घातक रोगावर वस्ताद औषध शोधून काढण्यांत आलें आहे, ही गोष्ट त्यानें स्पष्टपणें निदर्शनास आणली. अर्थात् या त्याच्या निबंधानें वैद्यकशास्त्रज्ञांमध्यें व त्याचप्रमाणें सामान्य जनसमाजामध्यें मोठी खळबळ उडवून दिली, यांत कांहीं आश्चर्य नाहीं.

त्यानंतर लवकरच पृथ्वीवरील सर्व देशांतले वैद्यकशास्त्रज्ञ पॅरिस येथें या जाहीर झालेल्या गूढ उपचारपद्धतीविषयीं सविस्तर माहिती मिळविण्याकरितां येऊं लागले, व थोडक्याच महिन्यांच्या अवधींत ही रक्तजलोपचारपद्धति सर्व ठिकाणच्या वैद्यांनीं मान्य केली. या नव्या पद्धतीनें जें एकदोन रोग्यांच्या बाबतींत यश मिळविलें होतें, तें पुढें लवकरच या पद्धतीला इतर संसर्गजन्य रोगांच्या बाबतींत जें यश मिळावयाचें होतें, त्याबद्दल केवळ बयाण्यादाखल होतें.

इतर रोगांनां सदरहू उपाय लागू करण्याचे प्रयत्न ताबडतोब अनेक ठिकाणीं अनंत प्रकारें सुरू झाले—नव्हे,

याच्या पूर्वीच प्रयोगशालांतून कांहीं वर्षें चालू झालेले होते. त्यांच्या परिणामाविषयीं इतक्या लवकर मत देणें बाजवी नाहीं. या संशोधनांनीं ही पद्धति फार व्यापक प्रमाणावर उपयोगांत आणण्यासारखी आहे असें ठरलें आहे. एकट्या बेहरिंगनें स्वतः अनुभवानें असें निश्चित जाहीर केलें कीं, कालरा, क्षतांत्रज्वर, न्युमोनिया, कफक्षय व धनुर्वात इतक्या रोगांवर सदरहू उपचारपद्धति लागू पडते. पुढें डॉ. येर्सिननें पाश्चूर इन्स्टिट्यूटमधील आपल्या माजी सहकारी शास्त्रज्ञांच्या मदतीनें चीनमध्यें ज्यानें हाहाःकार उडवून दिला होता त्या प्लेग रोगाच्या जंतूंची लस तयार केल्याचें प्रसिद्ध आहे.

डॉ. काल्मेटी नांवाच्या पाश्चूर इन्स्टिट्यूटच्या एका पदवीधरानें या रक्तजलोपचारपद्धतीचें क्षेत्र अधिक वाढवून सर्प वगैरे विषारी प्राण्यांच्या दंशापासून होणाऱ्या विषबाधेवर सदरहू प्रकारचा उपाय करण्याची युक्ति काढली; आणि त्यानें तयार केलेल्या विषहारक लसीनें आतांपर्यंत हिंदुस्थान व ऑस्ट्रेलिया या देशांतील साप चावलेल्या हजारों इसमांनां विषबाधामुक्त केलें आहे.

ही रक्तजलपोचारपद्धति १९व्या शतकांतल्या औषधिविज्ञानशास्त्राच्या प्रगतींतील शेवटचा विजय होय. हा विषय म्हणजे कांहीं एक अद्भुत चमत्कार नसून १८३०च्या सुमारापासून सूक्ष्मदर्शकयंत्राच्या साहाय्यानें आपल्या पूर्वज शास्त्रज्ञांनीं जें संशोधनकार्य सुरु केलें होतें त्याचा क्रमप्राप्त परिणामच होय. औषधिविज्ञानाचें पूर्वी असलेलें अनुभवप्रधान व अनिश्चित स्वरूप नाहींसें करून त्याला खरें शास्त्रीय स्वरूप देण्याच्या कामीं प्रयोगप्रधान शास्त्रीय संशोधनपद्धतीनें १९व्या शतकांत जी मदत केली तिचा वरील शोध हा शेवटचा हप्ता होय.

पाश्चात्य वैद्यकाची अलीकडील प्रगति—वैद्यकाच्या निरनिराळ्या शाखांत २० व्या शतकांतील गेल्या वीस वर्षांत बरीच प्रगति झाली आहे. विशेषतः गेल्या महायुद्धामुळें शस्त्रवैद्यकामध्यें फार मोठी भर पडली आहे. शिवाय वैद्यक हें ज्ञानक्षेत्र फार मोठें विस्तृत झाल्यामुळें त्यांत निरनिराळ्या शाखा पडून विशिष्ट शाखांचें संपूर्ण अध्ययन करून प्रावीण्य मिळविण्याचे प्रयत्न होऊं लागले आहेत. अर्भकांचे रोग, विकृत मेंदूच्या इसमांचे रोग, स्त्रियांच्या गर्भाशयाचे रोग, डोळ्याचे रोग, इत्यादिकांचें विशेष संशोधन झालें पाहिजे हें मत सर्वमान्य झालें आहे. अमुक नेत्रवैद्य, अमुक दंतवैद्य, अमुक शस्त्रवैद्य, अशा वैशिष्ट्यद्योतक जाहिराती आढळतात, त्या याच कारणामुळें. सूक्ष्मजंतुशास्त्रांतील शोधांमुळें रोगविज्ञानशास्त्राचें स्वरूप फार बदलून गेलें असून रोगबीजान्तःक्षेपणपद्धतीची वाढ झपाट्यानें झाली आहे; व तिच्याशींच संलग्न असलेली औषध्यन्तःक्षेपण पद्धति तर पोटांत औषध घेण्याच्या प्रकारास अजीबात शह देणार कीं काय असें वाटूं लागलें आहे.

नूतन औषधोपचार पद्धती.—तथापि सर्व रोगांवर खात्रीलायक औषधें सांपडलीं आहेत असें मात्र अद्याप झालें नाहीं. पण त्याबरोबर हेंहि खरें आहे कीं, रोगी शारीरिक व्याधींनें विव्हळत असतां वैद्यकशास्त्रज्ञांनां हात जोडून स्वस्थ बसणें शक्य नाहीं. हरएक उपाय योजून ती व्याधि दूर करण्याकरितां वैद्यांची धडपड चालू असते. या भूतदयेच्या कार्यांत, शारीर, रसायनशास्त्र, जीविशास्त्र, मेंदूविज्ञानशास्त्र, मज्जातंतुरोगनिदानशास्त्र वगैरे शास्त्रांतील अलीकडील शोधांनीं फार मदत होत असते. पोटांत औषधें देण्याचें टाळण्याकरितां विजेचे औषधोपचार, व्यायाम, लंघन, विशिष्ट हवेच्या ठिकाणीं राहणें, विशिष्ट प्रकारचे आहार, जलोपचार, खनिजोदकोपचार, वर्णजलोपचार, इतकेंच नव्हे तर मानसोपचार व मूर्छना शास्त्राचे उपायहि नवीन नवीन अस्तित्वांत येत आहेत.

रुग्णालयें व वैद्यकीचें शिक्षण.—अलीकडील प्रगतीचा आणखी एक विशेष म्हणजे रुग्णालयें, संशोधनसंस्था व प्रत्यक्ष रोग्याला पूर्णपणें आपल्या ताब्यांत घेऊन उपचार करण्याची पद्धति हा आहे. अशा वैद्यकीय संस्थांमध्यें विद्यार्थ्यांनां शिक्षण देण्याचेंहि काम चालू असतें. अशा रीतीनें रोगी, वैद्य व विद्यार्थी यांच्या सहकार्यानें रोग बरे करण्याचें, वैद्यकशास्त्रांत नवे नवे शोध लावण्याचें, व नवे वैद्य तयार करण्याचें अशीं तिन्ही कामें एकत्र चालू असतात. कोणत्याहि शास्त्रांतला शिक्षक हा स्वतः संशोधक असलाच पाहिजे हें तत्त्व हल्लीं बहुतेक सर्वमान्य होत चाललें आहे. रॉन्टजेन किरण उर्फ क्ष–किरण व प्रकाशलेखनकला यांनीं रोगविषयक संशोधनकार्यास फार मदत केली आहे. वर सांगितलेलीं तिन्हीं प्रकारचीं कार्यें करणाऱ्या संस्थांपैकीं अगदीं पहिली फ्रान्स मधील पाश्चूर इन्स्टिट्यूट ही असून फ्रान्स जर्मनी, इंग्लंड, अमेरिका वगैरे देशांत अशा संस्था हल्लीं पुष्कळ निघाल्या आहेत. त्यांपैकीं कांहींची माहिती पुढें दिलेली आहे. पाश्चूर संस्थेनें श्वानदंश, जंतुजन्यरोग, सांसर्गिक रोग, पाळीव जनावरांचे रोग वगैरे रोगांचें निदान करून त्यांवर अगदीं रामबाण असे औषधोपचार शोधून काढले आहेत. बर्लिन येथील व्हिर्चौ इन्स्टिट्यूटमध्यें हृदयाचे, मेंदूचे व मज्जातंतूचे निरनिराळे रोग व त्यांवरील उपचार यांविषयीं संशोधन झालें आहे. बर्लिन इन्स्टिट्यूट ऑफ हायजीन या संस्थेमध्यें प्रो. कॉचनें पटकीचे, कफक्षयाचे वगैरे रोगजंतू व त्यांवरील औषधें शोधून काढलीं आहेत.

मेस्मरिझम, हिप्नॉटिझम, व मानसोपचार.—अंतर्निष्ठ मन (सबजेक्टिव्ह माइंड) आपल्या ताब्यांत घेऊन त्यास सूचना दिल्या असतां आपल्याला वाटेल ते देहव्यापार घडवून आणतां येतात हें नवमानसशास्त्रांतील तत्त्व वरील तिन्ही पद्धतींच्या मुळाशीं आहे. मेस्मरिझम व हिप्नॉ-

टिझम म्हणजे फक्त निद्रा उत्पन्न करण्याच्या दोन भिन्न पद्धती आहेत. दोहोंचें अंतिम साध्य एकच आहे. तें हें कीं, रोगपरिहारासाठीं किंवा इतर कांहीं चमत्कारांसाठीं ज्याच्यावर प्रयोग करावयाचा त्यास निद्रायुक्त करावयाचें. शुद्ध मेस्मरिझमचा (अँन्टन मेस्मर नांवाच्या आस्ट्रियांतील वैद्यानें १७७८ च्या सुमारास काढलेल्या मोहननिद्रापद्धतीचा) उपयोग करणारा मनुष्य ही निद्रा प्रत्यक्ष शारीरिक स्पर्शानें उत्पन्न करतो. हिप्नॉटिझमचा उत्पादक मँचेस्टर येथील ब्रॅड यानें निद्रा उत्पन्न करण्यास या शारीरिक स्पर्शांची गरज नाहीं असें दाखविलें. अर्थात् मेस्मरिझम व हिप्नॉटिझम यांतील खरें अंतर निद्रोत्पत्तीच्या साधनाविषयीं आहे. बाकी मेस्मरिस्ट लोकांप्रमाणें हिप्नॉटिस्ट लोकांनींहि हजारों रोग्यांस रोगमुक्त केलें असून त्यानंतर निघालेल्या मानसोपचारपद्धतीनें अधिक शास्त्रशुद्धरीतीनें रोग हटकून बरे करतां येतात, असें डॉ. गणपुले आपल्या नुकत्याच प्रसिद्ध केलेल्या 'मानसोपचार—शास्त्र व पद्धति' या पुस्तकांत खात्रीपूर्वक सांगतात. प्राचीन अथर्ववेदांतील अभिचारकर्मे, व अद्यापहि चालू असलेले मंत्र-तंत्र किंवा जारण-मारण वगैरे सर्व मांत्रिक कार्यांचे प्रकार मानसोपचार शास्त्रांतील मूलभूत तत्त्वांचीं विकृत स्वरूपें होत असेंहि त्यांचें म्हणणें आहे.

हृदयविकारासंबंधीं नवीन शोध.—छातीमध्यें थोडी कळवील निघाली कीं लगेच हृदयविकारामुळें श्वासोच्छ्वास बंद पडून तावडतोब मृत्यु येईल की काय अशी भीति माणसांनां अलीकडे फार वाटत असते. हृदयविकाराचे रोगी डाक्तरांनां अलीकडे फार आढळूं लागले आहेत. अशा स्थितींत लँकेशायर येथील सर जेम्स मॅकेन्झी या डाक्तरानें वीस वर्षांच्या अनुभवानंतर जे शोध लावले आहेत, ते फार महत्त्वाचे आहेत. हृदयविकाराच्या ज्या लक्षणांमुळें रोगी खास मरणार असें सर्व डाक्तर सांगत आले तेच विकार डॉ. मॅकेन्झीनें बरे करून दाखविले आहेत. शरीराच्या इतर भागांचे रोग बरे करण्याच्या पद्धतींचाच हृदयाच्या बाबतींत त्यानें अवलंब केला आहे. हृदयाचे निरनिराळ्या प्रकारचे रोग, रोगाचे जंतू मारून, कांहीं रक्ताचा पुरवठा वाढवून, कांहीं ठराविक प्रकारचे व्यायाम करवून बरे करण्याचे मार्ग सदरहू डाक्तरानें शोधून काढले आहेत. गेल्या महायुद्धांत पूर्वी कधींहि करतां येत नसत असल्या शस्त्रक्रिया करून हृदयांत शिरलेल्या गोळ्या काढून रोगी बरे करण्यांत आले.

मेलनकारी शस्त्रक्रिया (प्लॅस्टिक सर्जरी).—गेल्या महायुद्धांत जे हजारों लोक जखमी होऊन शरीरानें विद्रूप बनले, त्यांतले इंग्लंडमधील एकट्या क्वीन्स हॉस्पिटलमधून १०,००० इसम शरीर पूर्ववत् होऊन बाहेर पडले. याचें सर्व श्रेय मेजर गिलीस व त्याचे सहकारी डाक्तर यांस आहे. यांनीं 'हाडास हाड, मृदु अस्थीस मृदु अस्थि, चरबीस चरबी,' जखम झालेल्या ठिकाणीं बसवून शरीराला मूळचा आकार व रूप आणून देण्याचें काम केलें असून शंभर वर्षांत झाली नसती इतकी प्रगति गेल्या महायुद्धाच्या प्रसंगानें मेलनकारी शस्त्रक्रियेंत करून दाखविली आहे. या कौशल्यांतील अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे नष्ट झालेला भाग नवीन पदार्थांचा करून न बसवितां सजीव प्राण्याच्या शरीरांतीलच हाड, मृदु अस्थि, कातडें वगैरे भाग घेऊन तयार करण्यांत येतो. या युक्तीनें ओठ, गाल, नाक, डोळा जबडा वगैरे हरएक अवयव नवा बनवून चेहरा पूर्ववत केलेले शेंकडों शिपाई इंग्लंडांत जिवंत आहेत. जादूंतल्या खेळांतल्या सारख्या ह्या अद्भुत गोष्टी ऐकून साधारण मनुष्य आश्चर्यानें थक्क होतो.

कंठग्रंथि व नवतारुण्यप्राप्ति.—कंठग्रंथि ही औषधीप्रमाणें पोटांत घेतल्यास अनेक प्रकारचे रोग बरे होतात व मनुष्याची शक्ति व बुद्धि वाढते असे शोध पूर्वी लागलेलेच आहेत. पण अगदीं अलीकडे माकडाची किंवा दुसऱ्या एखाद्या प्राण्याची कंठग्रंथि वृद्ध मनुष्याच्या शरीरांत बसवून त्याला पुन्हां ऐन पंचविशीतिशींचें तारुण्य आणून देण्याचे प्रयत्न चालू आहेत. नुकतेंच आल्फ्रेड विल्सन नांवाच्या ७२ वर्षांच्या वृद्ध गृहस्थानें ७०० पौंड खर्चून व्हिएन्ना येथें अशी कंठग्रंथि बसवून तारुण्य संपादिलें असें वर्तमानपत्रांत प्रसिद्ध झालें होतें. पण नंतर लवकरच तो वारला अशी बातमी आली. या प्रयोगासंबंधानें डाक्तरवर्गांत बरीच खळबळ उडालेली आहे. एका डाक्तरानें नुकतेंच असें प्रतिपादिलें आहे कीं, एका प्राण्याचा किंवा माणसाचा कोणताहि शरीरघटक दुसऱ्याच्या शरीरांत घालणें विघातक होय. एका माणसाचें रक्त सुद्धां दुसऱ्याच्या शरीरांत गेल्यास तें बहुधा अपायकारक होतें. प्रत्येक माणसाच्या कंठग्रंथीला होणाऱ्या रक्ताच्या पुरवठ्याचें प्रमाण निरनिराळें असतें. त्यामुळें एकाची कंठग्रंथि दुसऱ्याच्या शरीरांत मिलाफ पावणें ही बहुधा अशक्य गोष्टच होय.

वैद्यकाची भावी प्रगति.—डाक्तर एस. एस. गोल्डवॉटर या अमेरिकन वैद्यकशास्त्रज्ञानें नुकतेच असे उद्गार काढले आहेत कीं, "उत्तरोत्तर वैद्यकशास्त्रज्ञ 'रोगनिष्णात' म्हणून प्रसिद्धि न पावतां 'आरोग्यनिष्णात' म्हणून पुढें येऊं लागतील. आरोग्य कसें राखावें याची काळजी ते अधिकाधिक वाहतील. रोगी लोकांनां बरे करीत बसण्याऐवजीं लोकांनां रोगमुक्त राखणें हाच त्यांचा मुख्य व्यवसाय होऊन बसेल." अमेरिका, जर्मनी यांसारख्या अत्यंत पुढारलेल्या राष्ट्रांत डाक्तराच्या धंद्याला खरोखरच असें स्वरूप अधिकाधिक येत चाललें आहे. कुटुंबवैद्याचें काम वास्तविक अशाच प्रकारचें म्हणजे कुटुंबांतील माणसांचें आरोग्य संभाळणें हें असून अशी पद्धति उच्च श्रीमंत घराण्यांत आपल्याकडेहि पहावयास मिळते.

औद्योगिक चढाओढींत टिकाव धरण्याकरितां खालच्या मजूरवर्गांत सुद्धां सतत आरोग्य राखण्याची खटपट डाक्तर नेमून करणें जरूर झालें आहे. एकंदर समाजाच्या दृष्टीनें

प्रत्येक व्यक्ति सतत निरोगी राखणें अगत्याचें आहे. कारण स्वच्छता व निरोगीपणा एका माणसानें जरी बिघडविला तरी त्याचें रोगविष भोंवतालच्या सर्व समाजाला बाधक झाल्याशिवाय रहात नाहीं. म्हणून मजूरसंघ मजूर वर्गांत आरोग्य राखण्याकरितां हरएक तजविजी करीत आहेत. त्यांत सूर्यप्रकाश, शुद्ध हवा व स्वच्छता असलेलीं घरें मजुरांस राहण्याकरितां मिळविण्याची सोय करणें हें मुख्य काम आहे. लवकरच अशी वेळ येईल कीं, प्रत्येक कुटुंबी, वाणी, शिंपी, सुतार, सोनार, इत्यादिकांची मदत घेतो त्याप्रमाणें वैद्याची मदतहि आरोग्य संभाळण्याकरितां नेहमीं घेत जाईल.

एकंदर वैद्यकशास्त्राचेंच स्वरूप बदलून रोग व औषधें यांनां असलेलें हल्लींचें प्राधान्य जाऊन आरोग्यविषयक ज्ञानाला प्रामुख्य मिळणार आणि या आरोग्यशास्त्राच्या अध्ययनाला शिक्षणक्रमांत महत्त्वाचें स्थान प्राप्त होणार हें स्पष्ट आहे.

३०० वर्षें आयुर्मान.—आरोग्याकडे पूर्ण लक्ष दिल्यास मनुष्य तीनशें वर्षें जगणें तरी कां अशक्य आहे ? या प्रश्नास आजच ठाम उत्तर देतां येणें शक्य नाहीं. कारण या दिशेनें अद्याप कोणाहि डाक्तरनें प्रयत्न केलेला नाहीं. आजपर्यंत वैद्यकी करणाऱ्या धंदेवाल्यांचें व त्यांच्या गिन्हाइकांचें सर्व लक्ष रोगविमुक्ततेकडेच लागलें असल्यामुळें, दोनतीनशें वर्षें जगतां येईल किंवा नाहीं याविषयीं कोणी प्रयोग केलेलेच नाहींत. तथापि अनेक रोगांनां रामबाण औषधें शोधून काढण्याचें काम ज्याप्रमाणें या शास्त्रानें आजपर्यंत केलें आहे त्याप्रमाणें यापुढें अबाधित आरोग्य राखून दोनतीनशें वर्षें जगण्याची युक्ति साध्य करणें वैद्यकशास्त्राला अशक्य आहे असें नाहीं, असेहि उद्गार काढणारा एखादा डाक्तर आढळतो.

प्रकरण १० वें.

चीनचा वैज्ञानिक इतिहास

चीनचा ज्ञानविकास.—निरनिराळ्या राष्ट्रांचें वैज्ञानिक इतिहासांत श्रेय काय याचें मध्ययुगापर्यंतचें विवेचन सातव्या प्रकरणांत केलें, त्याच वेळेस चीनचा वैज्ञानिक इतिहास त्या विकासांतून कां वगळला त्याचें कारणहि दिलें आहे. वैज्ञानिक इतिहासामध्यें विचारसातत्य किंवा विज्ञानसातत्य देतांना आपण हिंदुस्थानापासून अमेरिकेपर्यंत एकच प्रदेश धरला आहे, आणि त्या क्षेत्रांत ज्ञानाची देवघेव एकसारखी चालू आहे असें धरून चाललों आहों. तथापि असें म्हणतां येईल कीं, जगाच्या निरनिराळ्या भागामध्यें ज्ञानविकास कांहीं अंशीं स्वतंत्रपणें होतो. हिंदुस्थानाचा पाश्चात्य ज्ञानाशीं संबंध पूर्वी प्रत्यहीं येत नसून तो केवळ मधून मधूनच येई. मुसुलमानी अंमलामुळें हिंदूंचा शास्त्रविकास अंशेंकरून थांबला आणि अंशेंकरून परकीय संस्कृतीनें स्पष्ट झाला. आज पाश्चात्य संस्कृतीचा परिणाम हिंदुस्थानावर होत आहे, आणि जगत्संस्कृतीचा एक घटक या नात्यानें आपलें स्थान स्थापन करण्यासाठीं हिंदुस्थान प्रयत्न करीत आहे. हल्लीं हिंदुस्थानचा तुटकपणा जसा कायमचा तुटला आहे तसाच मांगोलियन जगाचा तुटकपणाहि तुटला आहे. जपानचें राष्ट्र पाश्चात्य संस्कृतीचें अंशभाक् झालें असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. चीनहि जगत्संस्कृतीचा आज घटक होऊं पहात आहे. तथापि स्वतंत्र वाढ आणि पाश्चात्य जगापासून तुटकपणा या बाबतींत हिंदुस्थानाइतके तरी निदान चिनी जग तुटकलेलें होतें. चिनी लोकांच्या शास्त्रांची वाढ द्यावयाची म्हणजे जगांतील निरनिराळ्या शाखांच्या वाढीबरोबर देऊन कार्यभाग होणार नाहीं. कां कीं, त्या वाढीचा आणि पाश्चात्य वाढीचा अन्योन्याश्रय एकोणिसाव्या शतकापर्यंत नव्हताच असें म्हटलें तरी चालेल. शास्त्राची वृद्धि तेथें स्वतंत्रतेनें झाली. तथापि अलीकडे येथें पाश्चात्य शास्त्रहि शिरकाव करूं लागलें आहे. हल्लीं तेथील शास्त्रीय वाङ्मयाच्या स्वरूपांत जें परावर्तन होत चाललें आहे तें आपणां सर्वांस मोठा सुशिक्षित करमणुकीचा विषय झाला आहे. जगत्संस्कृतीचा एक घटक या नात्यानें आज चीन आखाड्यांत उतरत आहे तो काळ वजा करतां पूर्वीचा शास्त्रविकास साकल्यानें अवलोकिला पाहिजे; आणि तो त्याच्या एकंदर ऐतिहासिक ठेवणींत समजण्यासाठीं एकंदर संस्कृतीच्या इतिहासाचें अंग म्हणून समजून घेतला पाहिजे.

चीनचा सांस्कृतिक इतिहास स्थूल मानानें येणेंप्रमाणें देतां येईल.

चीनच्या इतिहासाचे कालविभाग.—चीनसंबंधानें जी प्राचीन माहिती उपलब्ध आहे तिच्या विश्वसनीयतेच्या मानानें प्राचीन काळाचे तीन कालविभाग पाडण्यांत येत असतात. ते येणेंप्रमाणें: (१) प्रागैतिहासिक अथवा पौराणिक काळ, ख्रि. पू. २६९८ पर्यंत (२) अर्धामुर्धा ऐतिहासिक काळ, ख्रि. पू. २३५७ पर्यंत व (३) प्राचीन ऐतिहासिक काळ, इ. स. २०० पर्यंत. पहिल्या कालविभागाची माहिती केवळ दंतकथात्मक आहे. दुसऱ्या व तिसऱ्या कालासंबंधाची माहिती समकालीन लेखकांनीं लिहून ठेवलेल्या ग्रंथांवरून मिळते. या कालाची माहिती या ग्रंथांवरून एकत्र करून ख्रि. पू. सहाव्या शतकांत कन्फ्यूशिअसनें 'शू-किंग' नांवाच्या ऐतिहासिक ग्रंथांत लिहून ठेवली आहे.

संस्कृतीचे संस्थापक ख्रि. पू. २६९८ पूर्वी.—हल्लींच्या चिनी लोकांचे मूळ पूर्वज चीन देशांत बाहेरून आलेले आहेत, व ते उत्तरेकडून आलेले आहेत असें एम्. क्लापरॉथनें ठरविलें असून त्यास चिनी लोकांच्या पौराणिक कथांवरूनहि पुष्टि मिळते. त्या पूर्वीचे मूळचे रहिवाशी

काळ्या वर्णाचे व अगदीं रानटी स्थितींत होते. उत्तरेकडून आलेल्या लोकांनीं चीन देशाची सुधारणा करण्यास सुरुवात केली. या पौराणिक काळांतील लोकांनीं प्रथमपासून बादशाही अंमलाखालीं राज्यकारभार सुरू केला, कायदे बनविले व ललितकलाहि वृद्धिंगत केल्या. सहाव्या बादशहाच्या कारकीर्दींत रथ, तांब्याचीं नाणीं, वजनें, मापें वगैरे साधनें उपयोगांत आलीं. खि. पू. ३४६८ च्या सुमारास फूह–हे नांवाच्या बादशहानें तंतुवाद्यें करण्याची युक्ति काढली, लिहिण्याची लिपी सुरू केली, शहराभोंवतीं तटबंदी करण्याचा प्रचार पाडला, कालवे बांधण्याचें काम केलें आणि आकाशाचे विभाग ठरवून वार्षिक कालगणनापद्धति चालू केली. खि. पू. ३२१८ च्या सुमाराचा बादशहा शिन–नुंग यानें नांगरणी करून शेती करण्याचें लोकांस शिकविलें, समुद्राच्या पाण्यापासून मीठ तयार करण्याची युक्ति काढली, सार्वजनिक बाजार भरविण्याची पद्धति सुरू केली व कांहीं रोगांवर वनस्पतींचीं औषधें शोधून काढलीं. या सुमारास गोपगीतांसारखें कांहीं प्राथमिक स्वरूपाचें काव्यहि निर्माण होऊं लागलें होतें. पौराणिक काळांतील चिनी लोकांची इतपत प्रगति झालेली होती असें कांहीं ग्रंथकारांनीं लिहून ठेवलेलें आहे. व्यवहारांत उपयोगी पडणाऱ्या गोष्टींत चिनी लोकांची सुधारणा इतक्या प्राचीन काळीं इतकी व्यापक झाली होती, तर त्यांबरोबर त्यांची शास्त्रीय विषयक प्रगति पुष्कळच झाली असली पाहिजे.

अर्धामुर्धा ऐतिहासिक काळ.—(खि. पू. २६९८–ते २३५७) या काळांतील गोष्टींचा कालानुक्रम बराच निश्चित समजतो. कारण या काळांत चिनी लोकांनीं एक प्रकारची युगात्मक कालगणनापद्धति सुरू केली व ती तेव्हांपासून आतांपर्यंत चालू आहे. चिनी लोक साठ वर्षांचें एक युग मानतात. खि. पू. २६३७ हें त्यांचें पहिल्या युगाचें पहिलें वर्ष होतें व इ. स. १८३५ साल हें त्यांच्या ७५ व्या युगांतलें बत्तिसावें साल होतें. युगांतील साठ वर्षांपैकीं प्रत्येकास निरनिराळें नांव असून कोणतेंहि साल सांगतांना अमक्या युगाचें अमकें वर्ष असें सांगण्याची चिनी लोकांची पद्धति आहे.

या काळांतील ग्रंथांत खि. पू. वीस शतकें इतक्या प्राचीन काळांतहि सूर्यचंद्राचीं ग्रहणें बरोबर नोंद करून ठेवलेलीं आढळतात. सौर वर्ष ३६५ दिवसांहून नक्की किती मोठें असतें हें प्राचीन चिनी लोकांस माहीत होतेंसें दिसतें. परंतु त्यांचे महिने चांद्र असून ते एक आड एक २९ व ३० दिवसांचे असत. त्यामुळें बारा महिन्यांत सौर वर्षाला ११ दिवस कमी येत. चांद्र व सौर गणनेचा मेळ घालण्याकरितां मधून मधून 'अधिक महिने' धरीत असत. उदाहरणार्थ १९ सौर वर्षांचे २३५ चांद्र, मास धरीत असत. सात दिवसांचा एक असे महिन्याचे चार आठवडे ही साप्ताहिक गणनाहि प्राचीन काळापासून चीनांत चालू आहे.

प्राचीन काळापासून पेकिंगचें चिनी सरकार ज्योतिर्मंडळाकडून सूर्याच्या उदयास्ताचे काल, ऋतूंचे प्रारंभकाल, इत्यादि सांवत्सरिक ज्योतिर्गणितविषयींच्या माहितीचें पत्रक प्रांतोप्रांतीच्या सरकारी अधिकाऱ्यांच्या उपयोगाकरितां प्रसिद्ध करीत असतें. शिवाय बारा पानांचें एक पंचांग करून त्यांत एक एका पानावर एक एका महिन्यासंबंधाची वार, नक्षत्र, ग्रह, स्नान–प्रवास–गृहप्रवेश–विवाह–श्मश्रु इत्यादि कृत्यांकरितां शुभाशुभ मुहूर्त, वगैरे माहिती दिलेली असते. प्रत्येक महिन्याच्या आरंभीं त्या महिन्यांत काय गोष्टी घडतील व काय गोष्टी कराव्या याबद्दल सूचना दिलेल्या असतात. शिवाय भविष्यें वर्तविण्यास उपयोगी पडणारें कोष्टकहि या पंचांगास जोडलेलें असतें.

वर सांगितलेल्या कालगणनाविषयक सुधारणांपैकीं बऱ्याचशा खि. पू. २६९८ च्या सुमारास होऊन गेलेल्या व्हांग–टे नांवाच्या बादशहानें केल्या. शिवाय याच बादशहाच्या कारकीर्दींत तांब्याच्या, लोखंडाच्या वगैरे खाणी सांपडून तरवारी, चिलखतें, धनुष्यबाण वगैरे युद्धोपयोगी हत्यारें करण्याचे कारखाने सुरू झाले; नवीन प्रकारचीं वाद्यें करण्याची युक्ति निघाली, व स्वरांविषयींचे नियम ठरविले जाऊन संगीतशास्त्राचा पाया घालण्यांत आला; व पाण्यावरून तरून जाण्याकरितां नावा तयार होऊं लागल्या. याच बादशहाच्या राणीनें रेशमाचे किडे पाळून त्यांच्यापासून रेशीम कसें तयार करावें हें लोकांस शिकविलें. शिवाय जागोजाग गांवें व शहरें वसवून दळणवळणाकरितां सडका बांधण्याचा उपक्रम याच बादशहानें केला. सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे मुलांनां शिक्षण देण्याकरितां सार्वजनिक शाळा स्थापण्याच्या कार्यास या बादशहानें आरंभ केला. या काळांतील इतर बादशहांनीं नवी गोष्ट कोणतीहि न करतां वरील गोष्टींतच अधिकाधिक सुधारणा केली.

प्राचीन ऐतिहासिक काल.—या काळांतला पहिला बादशहा याऊ यानें ज्योतिर्ज्ञानांत भर घातली. सूर्याचे संपातबिंदू व अयनांतबिंदू वेध घेऊन नक्की ठरविण्याचें काम यानें केलें. याच्यानंतरचा बादशहा शुन यानें संगीतांत कांहीं भर घातली व राजपुत्र व सरदारपुत्र यांच्या शिक्षणाकरितां स्वतंत्र विद्यापीठ काढलें. त्यानें फौजदारी कायद्यांत, विशेषतः शिक्षेचे क्रूर प्रकार बंद करून बरीच सुधारणा केली. चीन देश मूळ बऱ्याच ठिकाणीं दलदलीचा होता व त्यांत मागील कारकीर्दींत एका सालीं भयंकर पर्जन्यवृष्टि होऊन लोकांवर मोठी आपत्ति ओढवली होती. ती निवारण्याकरितां पाणी वाहून नेणारे मोठमोठे चर याच दोन कारकीर्दींत खणण्यांत आले. तसेंच नद्यांच्या दोन्ही कांठांनीं मोठमोठे बांध बांधून पुराचें पाणी बाहेर पसरणार नाहीं अशी व्यवस्था करण्यांत आली.

खि. पू. २२०५ पर्यंतच्या प्रगतीचा आढावा.—वरील माहितीवरून असें दिसून येतें कीं, चीनच्या या फार

प्राचीन काळांतहि तेथें ज्ञानाची वाढ (१) राज्यकारभार, (२) धर्म, (३) कायदे, (४) कला व शास्त्रें, (५) सामाजिक चालीरीती व सार्वजनिक संस्था, (६) व्यापारधंदा, (७) करपद्धति वगैरे अनेक बाबतींत झाली होती. ह्यांचे कायदे व न्यायदानपद्धति यांचा संबंध याऊ व शुन या प्राचीन बादशहांच्या कारकीर्दीशीं लावतात. ढोलकें वाजवून दवंडी पिटण्याची पद्धति याऊ बादशहानेंच सुरू केली. ज्योतिष व संगीत या विषयांतील प्रगतीचा उल्लेख वर आलाच आहे. संगीतासंबंधानें चिनी सरकारची अशी समजूत होती (व अद्यापहि कायम आहे) कीं, संगीताला उत्तेजन देणारें सरकार प्रजेची मर्जी संपादन खास करूं शकतें; आणि संगीतांतील स्वरसंमीलनानें मोहित झालेले प्रजाजन आपल्या कर्तव्यमार्गानें बरोबर चालतात. कनफ्यूशिअस वगैरे पुढील काळांतील मोठाल्या विद्वानांनीं असें लिहून ठेविलें आहे कीं, "संगीत ज्ञानाचा आणि राज्यशासनज्ञानाचा परस्पर फार निकट संबंध आहे. ज्याला संगीताचें ज्ञान आहे तोच पुरुष राज्यकारभार करण्यास योग्य होय."

संगीताप्रमाणें काव्य, इतिहास व धर्मशास्त्र या तिघांचाहि शासनशास्त्राशीं निकट संबंध आहे असें प्राचीन काळापासून चिनी लोक मानीत आले आहेत. आचारधर्मांत शिकार करणें हा राजकारणी पुरुषांनां अवश्य धर्म म्हणून सांगितला आहे.

देशांतलें पाणी वाहून जाण्याकरितां चिनी लोकांनीं जीं मोठमोठीं बांधकामें केलीं त्यांवरून त्यांनां गणित, यंत्रशास्त्र व जलगतिशास्त्र यांची माहिती होती हें स्पष्ट दिसतें. वैद्यक व सृष्टिविज्ञान या शास्त्रांतील यांची प्रगति दर्शविणारे ग्रंथच उपलब्ध आहेत. 'सोपे प्रश्न' या नांवाचें, ज्यांत रोग व त्यांवरील उपाय सांगितले आहेत असें एक पुस्तक व्हांग-टे बादशहानें लिहिलें असें मानतात; व शिन-नुंग याची सृष्टिविज्ञानावरील ग्रंथाचा जनक अशी प्रसिद्धि आहे. शिन-नुंगच्या ग्रंथांत ३६५ औषधी वनस्पतींचें वर्णन आहे.

गद्यपद्यात्मक वाङ्मय या प्राचीन काळांत तयार होत असे ही गोष्ट शू-किंग ऊर्फ इतिहासविषयक ग्रंथ या पुस्तकांत जे प्राचीन ग्रंथांतले उतारे दिले आहेत त्यांवरून सिद्ध होते. शे-किंग म्हणजे कवितांचें पुस्तक. यांत याऊ व शुन यांच्या काळांतील पद्यांचे उतारे दिले आहेत. या प्राचीन काळांत कागद करण्याची युक्ति नव्हती. त्या वेळचे लेख चिनी लोक बांबूच्या पट्ट्यांवर लिहून पुस्तकाप्रमाणें एकत्र बांधून ठेवीत असत. अर्थात् असलें गद्यपद्यात्मक वाङ्मय निर्माण करणारे लोक बरेच सुसंस्कृत असले पाहिजेत हें उघड आहे.

गणितांतील दशांशपद्धति व्हांग-टेनें काढली असें मानतात. निदान ती या काळांत प्रचारांत होती यांत शंका नाहीं. नाणीं, वजनें, मापें, बाजार व अन्न भरविण्याची पद्धत, सार्वजनिक शिक्षणसंस्था या गोष्टी या काळांत सुरू झाल्या हें वर सांगितलेंच आहे.

यु-कुंग नांवाच्या ग्रंथांत प्रांतोप्रांतींच्या व्यापारधंद्यांची माहिती मिळते. रेशमाची निपज, कापसाचें सूत, निरनिराळ्या रंगांचें व प्रकारचें कापड या काळांत होत असे. मासे धरणें, मीठ तयार करणें वगैरे धंदे समुद्रकांठीं चालत असत. सोनें, रुपें, तांबें, लोखंड, जस्त वगैरे धातू प्रचारांत होत्या, व मोल्यें हिरेमाणकें वगैरे मौल्यवान् वस्तूहि लोक वापरीत असत. रंगीत मातीचीं भांडीं, पक्ष्यांच्या पिसांचे व जनावरांच्या केसांचे जिन्नस तयार होत असत. टुंग नांवाच्या लांकडापासून तेल का[illegible]त असत, व चुन नांवाच्या लांकडाचे बाण करीत असत. शेजारच्या देशांशीं चीनचा व्यापारी व राजकीय संबंध असे असें दिसतें, शेजारच्या बेटांतल्या कातडीं भांडीं वगैरे जिनसांचा नजराणा पांढऱ्या रंगाच्या हरिणांच्या गाडींत बसून येऊन व्हांग-टे वगैरे चिनी बादशहांनां दिल्याचा उल्लेख ग्रंथांतरीं आढळतो.

ख्रि. पू. २२०५ ते इ. पू. २०६५ पर्यंतचा काळ.—या दीर्घ काळांत महत्त्वाचा पुरुष असा फक्त एकच झाला. तो चीनचा सुप्रसिद्ध साधु व तत्त्ववेत्ता पुरुष कनफ्यूशिअस (ख्रि. पू. ५५१-४७९) हा होय. हा पुराणपरंपरेचा मोठा अभिमानी होता. त्यानें इतिहास, काव्य, धर्मशास्त्र वगैरे विषयांवर ग्रंथ लिहून त्यांत अनेक प्राचीन ग्रंथकारांच्या पद्य व गद्य लेखांचा संग्रह केला आहे. राज्यशासनशास्त्र, नीतिशास्त्र, धर्मशास्त्र, मानसशास्त्र, अतींद्रियविज्ञान वगैरे विषयांवर त्यानें स्वतःचे तात्त्विक विचार लिहून ठेविले असून, त्यानें स्वतःचा एक संप्रदायहि उत्पन्न केला. त्याची सविस्तर हकीगत पुढील विभागांत येईलच.

या महापुरुषानंतर ख्रि. पू. २५० पर्यंत चीनची स्थिति पूर्वपरंपरेस धरून चालू राहिली. नंतर एकाएकीं चीनच्या एकंदर संस्कृतीवर व प्रगतीवर एक मोठी आपत्ति ओढवली. त्सिन नामक घराण्यांतील चे-व्हांग-टे नांवाच्या बादशहानें ले-स्झे नांवाच्या एका मंत्र्याच्या सूचनेवरून ख्रि. पू. २१३ सालीं सर्व प्रांतांतलें विदग्ध वाङ्मय व ऐतिहासिक ग्रंथ चाळीस दिवसांत गोळा करून दग्ध करून टाकावे असा हुकूम सोडला. तेव्हां प्रांतोप्रांतींच्या अधिकाऱ्यांनीं घरोघर हिंडून सर्व ग्रंथ जमा करून ते अत्यंत निर्दयपणानें जाळून टाकले. या भयंकर 'ग्रंथ-दहनांतून' वैद्यक, कृषि, ज्योतिष भविष्यकथन व राजघराण्याचा इतिहास या विषयांवरचे ग्रंथ मात्र राजाच्या आज्ञेमुळें वाचले. तथापि एकंदरीनें ख्रि. पू. २०० च्या सुमारास या विद्याविद्वेषी राजाच्या कारकीर्दीमुळें शास्त्रकलाविषयक ज्ञानाची बरीच पिछेहाट झाली.

ख्रि. पू. २०० ते इ. स. २०० या काळांतील प्रगति.—त्सिन घराण्यांतल्या उपर्युक्त ग्रंथसंहारक राजाच्या कारकीर्दीनंतर हान नांवाच्या निराळ्या व सुप्रसिद्ध घराण्याची कारकीर्द सुरू झाली. या घराण्याच्या सुमारें चारशें वर्षांच्या कारकीर्दींत चीनचा राजकीय, नैतिक व बौद्धिक या तिन्ही बाजूंनीं फार उत्कर्ष झाला. ख्रि. पू. १००० च्या

सुमाराच्या चौ नामक घराण्याच्या वेळीं खानेसुमाऱ्या होत असून त्या वेळचे आंकडे हल्लीं उपलब्ध आहेत. हान घराण्याच्या वेळीं तर खानेसुमारी फार व्यवस्थित व दहा किंवा वीस वर्षांनीं नियमितपणें होत असे. त्या काळांतील अनेक खानेसुमाऱ्यांचे आंकडे उपलब्ध आहेत. त्यांवरून चीनची लोकसंख्या या सुमारास सरासरीनें ६ ते ८ कोटी असे असें दिसतें.

बौद्ध धर्माचा प्रवेश.—या काळांतील महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे चीनमध्यें बौद्ध धर्माचा प्रवेश झाला ही होय. चिनी लोकांच्या अगदीं प्राचीन धर्मांत सूर्यचंद्रादि आकाशस्थ ग्रहांनां देवता कल्पून त्यांनां हविर्भाग देण्याकरितां यज्ञयाग करीत असत. पुढें प्राचीन राजांची व साधुपुरुषांची देवालयें बांधून त्यांचें भजनपूजन करण्याचा प्रघात पडला. इ. स. ६७ मध्यें खुद्द बादशहानें बौद्ध धर्माचा स्वीकार केल्यामुळें एकंदर राष्ट्राला बौद्धधर्मी वळण लागलें. (विभाग १ ला, २३२ व पुढील पृष्ठें पहा.) या घराण्यांतल्या राजांनीं सिंग घराण्यांतल्या वेळच्या कडक व क्रूरपणाच्या शिक्षा बदलून त्या बऱ्याच सौम्य केल्या.

शास्त्रें व वाङ्मय.—परंतु चीनदेशावर सर्वांत अधिक उपकार हान घराण्यानें शास्त्रें व वाङ्मय यांच्या अभिवृद्धीला उत्तेजन देऊन केले आहेत. या घराण्याच्या थोडीं वर्षें अगोदर होऊन गेलेल्या चे-व्हांग-टे बादशहानें ग्रंथविध्वंसन करून संस्कृतीचा अपकर्ष करणारें जें धोरण स्वीकारलें होतें तें हान बादशहांनीं रद्द करून ज्ञानप्रगतीला उत्तेजन देण्याचें काम सुरू केलें. त्यामुळें या बादशहांची कीर्ति द्विगुणित झाली आहे. कन्फ्युशियस या साधु पुरुषाच्या ग्रंथाचा नाश करण्याचा हुकूम मागील घराण्यांतील बादशहांनीं काढला होता तो फिरवून ते ग्रंथ संपादन करण्याचा प्रयत्न या हान बादशहांनीं केला. तसेंच पूर्वींच्या ऐतिहासिक व बखरीवजा ग्रंथांचा फार काळजीपूर्वक संग्रह करण्यांत आला. वू-टे बादशहानें सर्व ग्रंथ एकत्र ठेवण्याकरितां एक मोठें सार्वजनिक ग्रंथसंग्रहालयहि स्थापन केलें होतें.

या घराण्यांतील कित्येक कर्तृत्ववान् बादशहांनीं सार्वजनिक शिक्षणप्रसाराकडे विशेष लक्ष पुरविलें. प्रांतोप्रांतींच्या सुभेदारांनीं सोडलेल्या हुकुमांतून शिक्षणाचें महत्त्व व आवश्यकता प्रतिपादन करून सार्वजनिक शिक्षणप्रसारार्थ झटण्यासाठीं आज्ञा केलेली आढळते. एका बादशाही फर्मानांत पुढील वाक्यें आहेतः "मनुष्यजातीचा स्वाभाविक कल इंद्रियसुखाकडे असतो. ही सुखलालसा अनावर न व्हावी म्हणून त्यांनां नियंत्रण घालणें जरूर असतें म्हणून कामक्रोधादि मनोविकारांवर आळा पडून प्रत्येक मनुष्यांतील उपजत गुणांचा विकास होईल अशा तऱ्हेचें शिक्षण सर्व प्रजाजनांनां देणें हें प्रत्येक राजाचें कर्तव्य आहे." हे विचार फारच उच्च दर्जाचे आहेत; व याप्रमाणें अंमलबजावणी होत होती—याला प्रमाण हें कीं, हीन स्थितींतले व कुळांतले अनेक पुरुष केवळ शिक्षणाच्या व बुद्धीच्या सामर्थ्यानें उच्च पदाला पोहोंचलेले चीनच्या इतिहासांत आढळतात. 'विद्या यस्य बलं तस्य' अशा अर्थाचीं वाक्यें बादशाही फर्मानांत व इतर चिनी ग्रंथांत सर्वत्र सांपडतात.

हान बादशहांनीं गुण व विद्या अंगीं असल्याशिवाय सरकारी अधिकारावर कोणालाहि नेमावयाचें नाहीं, हा नियम कडक रीतीनें अमलांत आणला होता. प्राथमिक शिक्षणाच्या शाळा शहरापासून खेडेगांवांपर्यंत सर्वत्र असत. यांशिवाय उच्च शिक्षणाच्या स्वतंत्र शाळा असून त्यांत इतिहासाच्या व उच्च दर्जाच्या गद्यपद्यात्मक ग्रंथांच्या अभ्यासावर विशेष भर असे. शिवाय संगीत व वैद्यक या विषयांच्या प्रगतीकडे हान बादशहांनीं फार लक्ष पुरविलें होतें, व त्यामुळें या काळांत या विषयांवर अनेक ग्रंथ निर्माण झाले. ग्रहगें व आकाशस्थ गोल यांचे वेध घेऊन ते ऐतिहासिक ग्रंथांत नमूद केलेले आहेत. निरनिराळ्या प्रदेशांतील नद्यापर्वतादि सर्व स्थळांची पाहणी करून व तिच्या आधारें त्यांचीं वर्णनें व नकाशे तयार करून भौगोलिक माहितींत पुष्कळ भर घातली गेली. पृथ्वी ध्रुवप्रदेशांकडे जरा चपटी झालेली आहे इतकी तिच्या आकारासंबंधानें स्पष्ट व बरोबर कल्पना या काळांतील चिनी लोकांनां होती असें त्यांच्या ग्रंथांवरून दिसतें. या काळांतील युद्धकलेवरील पुस्तकेंहि उपलब्ध आहेत. त्यावरून तेव्हां तरवारी, भाले, धनुष्यबाण, शिरस्त्राणें व व चिलखतें प्रचलित होतीं, व लष्करी शिक्षण हें सार्वजनिक व खाजगी शिक्षणक्रमाचें एक अंग असे असें दिसतें. त्या काळीं किल्ले वगैरे तटबंदीचीं ठिकाणें बांधण्याचाहि प्रघात होता, व मोठाल्या दगडांचा मारा करण्याकरितां त्यांवर तोफांसारखीं कांहीं यंत्रेंहि ठेवलेलीं असत.

याच काळांत कागद करण्याची युक्ति त्साए-लून नांवाच्या इसमानें काढली. वांबू कुटून त्यांचा लगदा करीत, व त्यापासून मग कागद बनवीत. या कागदावर लिहिण्याकरितां शाई व लेखण्या या साधनांचा उपयोग केला जाऊं लागला. या काळांत जुन्या लिपींतहि सुधारणा करण्यांत आली.

चित्रकला, मूर्तिकला, नद्यानाल्यावरील पूल, अनेक मजली उंच मनोरे व त्यांनां आंतून वाटोळे जिने, सडका इत्यादि कामांतलें शिल्पकौशल्य बरेंच वाढलेलें होतें. शेन-से प्रांतांत ४०० फूट लांबीचा एक जुना पूल अद्याप आहे.

येणेंप्रमाणें प्राचीन काळचा चीनच्या संस्कृतिविकासाचा इतिहास देतां येईल.

जें राष्ट्र फार जुनें आणि उच्च अनुष्ठित संस्कृतीचें असतें, त्याचा वाङ्मयेतिहास किंवा विज्ञानेतिहास बराच व्यापक व्हावयाचा. तो सविस्तर येथें देण्यास अवकाश नाहीं. या काळानंतर आपण चीनच्या दृष्टीनें जवळ जवळ अर्वाचीन ऐतिहासिक काळाकडे येतों. त्या काळाकडे लक्ष देण्यापूर्वीं एका विशिष्ट काळाच्या व्यापक ज्ञानसंपत्तीचें

अवलोकन केलें तरी चालेल. चिनी शास्त्रज्ञतेची आणि पांडित्याची व्यापक कक्षा आणि चीनच्या ज्ञानसंचयाशीं परकीय संस्कृतीचा आलेला संबंध या गोष्टी दिल्या म्हणजे चीनची शास्त्रीय कामगिरी वर्णन करण्याचें आपलें कार्य बरेंचसें झालें असें होईल.

चिनी ज्ञानसंचयाची व्यापक कल्पना येण्यास अत्यंत उपयुक्त ग्रंथ म्हटले म्हणजे त्यांचे ज्ञानकोश होत. त्यांचे ज्ञानकोश अकारविल्ह्यानें नसून विषयानुक्रमानें असल्यामुळें शास्त्रवृद्धीची कक्षा देण्याचें काम सोपें झालें आहे.

चिनी ज्ञानकोश.—विद्यमान मानवी ज्ञानाचें संपूर्ण क्षेत्र आक्रमण्याचा प्रयत्न करून, ज्ञानकोश हें नामाभिधान धारण करण्याचा हक्क सांगणारा पहिला चिनी "लीशू" (संदर्भग्रंथ), "ताइ पिंग यू लान" हा होय. याचा काल इ. स. ९८७ आहे. यानंतरचा विशेष नांवाजण्यासारखा मोठा ज्ञानकोश "कु चिन् तु शु चि चेंग" म्हणजे ज्याविषयीं आतां माहिती देण्यांत येत आहे तो होय. याचा संपादक चेन मेंग ली असून, चिनी सरकारनें हा तयार करवून प्रसिद्ध केला (१७२६).

या कोशाची रचना निःसंशय प्रचंड म्हणतां येईल. याच्या विभागांची संख्या १०,००० आहे; नुसत्या अनुक्रमणिकेचेच ४० विभाग आहेत. प्रत्येक पानांत उभ्या ९ ओळी असून प्रत्येक ओळींत २० अक्षरें आहेत. प्रत्येक विभागाचीं सरासरीनें ८० पानें धरल्यास एकंदर कोशाचीं ८,००,००० पानें, ७२,००,००० ओळी आणि १४,४०,००,००० अक्षरें भरतील. या संख्येचा तृतीयांश ग्रंथांतील कोरी जागा म्हणून सोडून दिला तरी बाकी सुमारें १,००,००,००,००० अक्षरें राहतील. म्हणजे एनसायक्लोपीडिआ ब्रिटानिकाच्या ११ व्या आवृत्तीच्या तिप्पट चौपट हा कोश मोठा आहे. यांतील अवाढव्य माल एकंदर ३२ सदरांखालीं विभागला असून, मुख्य सहा वर्ग पाडले आहेत; ते असेः (१) आकाश, (२) पृथ्वी, (३) मनुष्य, (४) शास्त्र, (५) वाङ्मय आणि (६) राज्यव्यवस्था. या ज्ञानकोशाच्या उपर्युल्लिखित ३२ प्रकरणांत किंवा सदरांत काय माहिती दिली आहे तें पाहूं. ही माहिती आम्ही जाईल्सनें केलेल्या या ग्रंथाच्या इंग्रजी सूचीवरून (१९१५ लंडन) घेत आहों.

१ आकाशस्थ वस्तू.—यांत ज्योतींखेरीज ज्यांचा उगम आकाशांतला म्हणून मानला आहे अशा भूमिविषयक गोष्टी हि आल्या आहेत. उदाहरणार्थ, वारा, पाऊस, दंव, अग्नि, धूर इ. ३२ सदरांपैकीं हें अतिशय लहान सदर आहे. यांत बरोबर १०० विभाग असून त्यांपैकीं २० अचल ताऱ्यांकरितां आहेत.

२ वर्ष.—यांत ऋतू आणि वर्षांतील निरनिराळे सण वार यांचा विचार केला आहे. यांत कालगणनेंतील "खोड" आणि "फांद्या" असें एक पोटसदर आहे.

३ ज्योतिष आणि गणित.—यांत एकंदर सहा पोटसदरें आहेत. पहिल्यांत ज्योतिःशास्त्र आणि गणितशास्त्र यांचें ८२ विभागांत विवेचन केलें आहे. यांतील विशेष मनोवेधक पोटसदर म्हणजे ज्यांत चिनी लोकांनां माहीत असलेल्या ज्योतिष व इतर शास्त्रीय उपकरणांची माहिती दिली आहे तें. १६ व्या आणि १७ व्या शतकांत जेसुइट लोकांनीं चीनमध्यें प्रविष्ट केलेलीं बरीचशीं उपकरणें यांत आहेत. शेवटल्या पोटसदरांत "पंचमहाभूतें," "षड्धान्यें" यांसारखे चिनी अभ्यासकांनां परिचित असलेले संख्यावाचक संघ सांगितले आहेत.

४ चमत्कार.—ग्रहणें, सांथी, पूर, अवर्षणें, स्वप्नें इत्यादि नेहमीं घडणारे व न घडणारे चमत्कार या प्रकरणांत दिले आहेत. पहिलीं चार सदरें आकाश व त्यांतील दृश्यें यांकरितां असून, पुढील दोन वर्ग यांच्या अगदीं विरुद्ध असणाऱ्या पृथ्वी व मनुष्य यांच्या संबंधींच्या विषयांनां वाहिलेले आहेत.

५ पृथ्वी.—खनिजशास्त्र व भूगोलशास्त्र यांवर हें सदर आहे. आकाशस्थ वस्तु व पृथ्वी अशीं जीं पहिल्या व पांचव्या सदरास नांवें दिलीं आहेत त्यांवरून "बर्फ" हा विषय या सदरांत व "हिम" हा विषय पहिल्या सदरांत कां घातला आहे, तें ध्यानांत येईल. राष्ट्रांतील स्थलांची कालानुक्रमानें एका मोठ्या पोटसदरांत माहिती दिली आहे व तिचा विस्तार पुढील दोन प्रकरणापर्यंत पोंचला आहे.

६ चीनचे राजकीय विभाग.—हें सर्वांत मोठें सदर असून याचे एकंदर १५४४ विभाग आहेत. चीनमधील सर्व प्रांतांची सविस्तर हकीकत यांत आहे.

७ चीनमधील पर्वत व नद्या.—अति विख्यात पर्वतनद्यांची मालिका, कांहीं सरोवरें व लेणीं व शेवटीं समुद्रावर एक मोठें पोटसदर या प्रकरणांत आढळतें. नुसत्या पीतनदीवर २० विभाग व यांगत्सेवर १२ विभाग लिहिले आहेत.

८ बाह्य प्रदेश.—यांत कोरिया, जपान यांसारख्या मोठ्या व महत्त्वाच्या राष्ट्रांपासून तों बारीक सारीक क्षुद्र जातींपर्यंतच्या सर्व बाह्य प्रदेशांचें व लोकांचें वर्णन आहे. पूर्व, पश्चिम, दक्षिण व शेवटीं उत्तर असा यांत क्रम ठेविला आहे. पण अर्वाचीन भूगोलशास्त्रदृष्ट्या कांहीं देशांची विभागणी चुकीची दिसते. प्रत्येक दिशेकडील अगदीं अपरिचित अशा राष्ट्रांकरितां एक निराळें पोट सदर केलें आहे. व ज्या देशांचा मागमूस नाहीं अशांकरितां शेवटचें पोटसदर राखून ठेविलें आहे.

९ बादशहा.—चीनच्या बादशहांचे अधिकार व कारभार यांसंबंधी हें सदर आहे. १६२ विभागांचें, म्हणजे जवळ जवळ अर्ध्या प्रकरणाइतकें एक पोटप्रकरण त्यांच्या ऐतिहासिक वृत्तानें भरलेलें आहे.

१० बादशाही कुटुंब.—राजमातेपासून खोज्यांपर्यंतच्या राजवाड्यांतील सर्व मंडळींची यांत नोंद आहे. जेथें जेथें

राजघराण्यांचा उल्लेख येईल त्या त्या ठिकाणीं कालानुक्रमपूर्वक चरित्रें देण्याची पद्धत प्रथम याच प्रकरणांत आढळून येते.

११ सरकारी नोकरी–मोठमोठ्या मांडलिकांपासून तों खालीं सुमेदार, फौजदार इत्यादिकांपर्यंतचे सरकारी नोकरांचे दर्जे यांत नमूद केले आहेत. चिनी ज्ञानकोशांतील या तिसऱ्या मोठ्या सदरांत ८०० विभाग आहेत. विश्वासू मंत्री, मोठेमोठे अधिकारी आणि मुत्सद्दी यांचीं चरित्रें शेवटल्या तीन पोटसदरांत दिलेलीं आहेत. यांनीच जवळ जवळ शंभर विभाग भरले आहेत.

१२ कुटुंबांतील नातीं.—या सदराला नात्याचा दर्जा व कमी जास्त संबंध अशी सुरुवात होऊन, स्त्री-पुरुष गुलाम या पोटसदरानें त्याची समाप्ति झाली आहे.

१३ सामाजिक संबंध.—मनुष्यामनुष्यांमधील बहुविध संबंध, व रोजच्या आयुष्यक्रमांतील गोष्टी यांत आल्या आहेत. १५ व्या सदरांत पडतील अशींहि अनेक पोटसदरें यांत आढळतात; उदाहरणार्थ, "स्तुति आणि निंदा" "आळ आणि शिव्या" इ.

१४ गोत्र व कुलनामें.—यांत अजमासें ४००० निरनिराळ्या आडनांवांची याद आहे. हीं नांवें त्यांचे उच्चार, प्रास वगैरे लक्षांत घेऊन अनुक्रमानें लाविलीं आहेत. यांपैकीं २५०० हून अधिक नांवांनां चरित्रें जोडलीं आहेत. तेव्हां हें सदर हा एक मोठा चरित्रात्मक राष्ट्रीय कोशच म्हणतां येईल. [चीनमध्यें सर्वसामान्य आडनांवें फार थोडीं आहेत. त्यामुळें बऱ्याच लोकांचीं आडनांवें तींच तींच असतात. देशांत सर्वत्र सांपडणारीं अशीं सहा नांवें म्हणजे (१) वंग, (२) चंग, (३) ली (४) लिऊ, (५) चेन आणि (६) चु हीं होत.]

१५ मनुष्य आणि त्याच्या क्रिया.–मानवी शरीराचे अवयव त्याच्या आयुष्यांतील अवस्था व सर्व साधारण मनुष्य प्राण्यांनां लागू पडणाऱ्या गोष्टी, क्रिया वगैरे या अति लहान सदरांत आल्या आहेत; यांतील पोटसदरेंहि सहा विभागांपेक्षां जास्त मोठीं नाहींत.

१६ स्त्रीजात.–या सदराचें चिनी नांव अंतर्गृहांतील सुंदरी अशा अर्थाचें आहे. याचा बराचसा भाग चरित्रांनीं भरला असल्यानें याला १४ व्या सदराचें पूरक म्हणतां येईल. या चरित्रांचें वर्गीकरण त्यांतील स्त्रियांच्या अंगच्या किंवा जडलेल्या कांहीं ठळक गुणांवरून केलेलें दिसतें. यांत ३७६ विभाग असून त्यांत जें स्त्रीचरित्रभांडार भरलें आहे तसें कोठल्याहि राष्ट्रांत हल्लींच्या काळांत देखील सांपडणार नाहीं. "दुसऱ्यानदां लग्न करण्याचें नाकारणाऱ्या विधवा" या २१० विभागाच्या पोटसदरास एक प्रचंड ग्रंथ म्हणतां येईल.

१७ कला, उद्योग आणि धंदे.–हें एक विस्तृत सदर आहे, पण त्यांत पोट सदरें (४३) मात्र फार नाहींत. त्यांतील प्रमुख म्हणजे शेतकी, वैद्यक, शकुन, फलज्योतिष, मुखसामुद्रिक, हस्तसामुद्रिक, भूरमलविद्या, भाकित सांगणें, जादू आणि चित्र व रेखाकला हीं होत. यांतहि चरित्रांची भर आहेच.

१८ धर्म.—यांत सुरुवातीलाच लौकिक देवतांची यादी असून बाकीच्या भागांत बौद्ध आणि ताओ संप्रदाय यांच्या निरनिराळ्या शाखा व संत, उपाध्याय वगैरे धार्मिक व्यक्तींचीं चरित्रें दिसतात.

१९ प्राणिकोटि.—यांत पशु, पक्षी, मासे, आणि किडे व सरपटणारे प्राणी, या चार वर्गांत प्राण्यांची विभागणी केली आहे. प्रत्येक वर्गांत महत्त्वाचे प्राणी घेऊन शेवटीं त्या त्या वर्गांतील किरकोळ व असामान्य प्राणी दिले आहेत. यांत मोठालीं पोटसदरें नाहींत; फक्त "घोडा" या पोटसदरालाच काय ते १० च्या वर विभाग दिले गेले आहेत. पोटसदरें व्यवस्थेशीर पाडलेलीं दिसत नाहींत.

२० वनस्पतिकोटि.—मागील सदरापेक्षां हें सदर जास्त अशास्त्रीय रीतीनें विभागलेलें दिसतें. यांत पुढील ठोकळ वर्ग दिलेले आहेत; (१) खाद्यधान्य व भाजीपाला, (२) फुलझाडें, (३) औषधि झाडें व (४) झाडें आणि झुडुपें. सर्वांत मोठें पोटसदर "वांबू' वर असून त्याला ११ विभाग दिलेले आहेत.

२१ धर्मशास्त्रीय व इतर वाङ्मय.-यांत प्रथम ५० विभागांचें मोठें "सामान्य पोटसदर" असून बाकीच्या तीन चतुर्थांश भागांत अभिजातवाङ्मयासंबंधीं माहिती आहे. त्यानंतर इतिहास, भूगोल, तत्त्वज्ञान आणि भाषालंकार हे विषय अनुक्रमें आले आहेत. यांवरील ग्रंथ ज्ञानकोशांत जसेचे तसे छापले नसून फक्त त्यासंबंधीं विविध माहिती दिली आहे. या सदरांत फक्त एका वर्गांतलींच चरित्रें आढळतात. हीं चरित्रें म्हणजे सारस्वतटीकाकार व पंडित यांचीं होत. इतर विद्वानांची व ग्रंथकारांचीं चरित्रें २३ व्या सदराच्या आरंभीं घातलेलीं आहेत.

२२ आयुष्यांतील वर्तन.–येथें मानसशास्त्र आणि नीतिशास्त्र, सद्वर्तन आणि अनुकरणीय गुण या विषयांचें सोदाहरण विवेचन केलें आहे, विश्व आणि त्यांतील चमत्कार, कन्फ्यूशियन दृष्टीनें ताओ संप्रदायाचें आविष्करण, पुत्रधर्म, व भ्रातृप्रेम, उच्च वर्तन आणि संसारपरित्याग, हीं कांहीं यांतील महत्त्वाचीं पोटसदरें आहेत.

२३ वाङ्मयीन शाखा.–याला २१ व्या सदराचें पूरक म्हणतां येईल. दोहोंतील फरक म्हणजे, २१व्या सदरांत प्रत्यक्ष ग्रंथ किंवा ग्रंथांचे मोठाले वर्ग यासंबंधीं माहिती आहे, व या सदरांत बादशाही फर्मानापासून काव्यप्रबंधाच्या निरनिराळ्या प्रकारांपर्यंतचे नमुनेच फक्त दिले आहेत. काव्यादर्श या पोटसदराचे ४६ विभाग आहेत.

२४ लिपि आणि लेखन.—" ध्वनि आणि अर्थ " या मोठ्या पोटसदरांत 'शुओवेन' व इतर भाषाशास्त्र-

विषयक ग्रंथ उध्दृत करून घेतले आहेत. लेखनाचे निरनिराळे प्रकार आणि सुंदर अक्षर लिहिण्याची कला, पोट भाषा आणि उच्चार यांसबंधींहि विवेचन यांत आलें असून शेवटीं लेखनसामुग्री आणि अभ्यासाचीं साधनें दिलीं आहेत. सुंदर लेखक या पोटसदराखालीं चरित्रें दिलीं आहेत.

२५ परीक्षापद्धति.—सरकारी नोकरीकरितां माणसांची निवड व त्यांनां शिकवण देण्याची पद्धत यांत वर्णिली आहे. आरंभींच्या पोटसदरांत जास्त व्यावहारिक पद्धतींचें शिक्षण घेतलें असून, पुढील भागांत मोठ्या चढाओढीच्या परीक्षांसंबंधीं माहिती दिली आहे. राजभक्तीवर जें एक यांत पोटसदर आहे, तें या ठिकाणीं बरोबर दिसत नाहीं.

२६ सरकारी अधिकाऱ्यांची कारकीर्द—नोकरांची बढती, अवमान वगैरे गोष्टी यांत आहेत. हें सदर अत्यंत लहान सदरांपैकीं एक असून यांत १२ पोटसदरें व १२० विभाग आहेत. अधिकाऱ्यांसंबंधीं नियम हें यांतील मोठें पोटसदर आहे.

२७ अन्न व इतर व्यापारी वस्तू.—लोकसंख्या, शेतकी व रेशीम काढणें, जमीनधारा, खंडणी, कापड, जवाहीर, दारू, चहा, पैसा इत्यादि पोटसदरें यांत आहेत.

२८ संस्कार.—यांत "संस्कार व संगीत" असें एक सामान्य पोटसदर सुरुवातीला घातलें आहे. तारुण्यावस्था, लग्न, और्ध्वदेहिक व सुतक, यज्ञ, वगैरे संबंधीं संस्कार यांत आले आहेत. शेवटीं वस्त्रप्रावरणांची यादी आहे. सुतक आणि और्ध्वदेहिक विधि (६८विभाग), श्राद्ध (२५विभाग), द्यावापृथिवीप्रीत्यर्थ यज्ञ (२३ विभाग), लग्न (१७विभाग) इ. मोठीं पोटसदरें यांत आलीं आहेत.

२९ संगीत.—यांत मुख्यतः निरनिराळ्या संगीत वाद्यांचा उल्लेख असून त्यांत वीण्याला अग्रस्थान दिलें आहे.

३० युद्धकारभार.—यांत युद्धेतिहास म्हणून १३२ विभागांचें एक प्रचंड पोटसदर असून, युद्धव्यवस्था नांवाचें दुसरें ५२विभागांचें पोटसदर आहे. बादशाही शिकारीची मोहीम आणि जलयुद्ध अशीं आणखीहि दुसरीं कांहीं पोटसदरें आहेत. युद्धासंबंधीं पुष्कळ सुप्रसिद्ध ग्रंथ "युद्धकला" या नांवाखालीं जसेचे तसेच उद्धृत केले आहेत. वाचकांच्या स्वाभाविक अपेक्षेप्रमाणें विख्यात सेनानींचीं चरित्रें या सदरांत दिलीं नसून ११ व्या सदरांत आलीं आहेत.

३१ कायदा आणि शिक्षा.—फौजदारी शिक्षांचा संग्रह हें ८० विभागांचें, चोर आणि दरवडेखोर हें ३४ विभागांचें आणि माफी हें ३६ विभागांचें, हीं पोटसदरें महत्वाचीं आहेत. इतर बहुतेक पोटसदरें शिक्षेच्या प्रकारांवर आहेत.

३२ उद्योगधंदे आणि तयार केलेले जिन्नस.—या सदरांत प्रथम धंदे व हातकामें दिलीं असून, नंतर पूल आणि उपवनें यांपासून छत्र्या आणि कंदील या वस्तूंपर्यंत सर्व तयार होणारे जिन्नस सांगितले आहेत. २७ व्या सदरांत व यांत अंतर हेंच कीं, त्यांत कच्चा व यांत पक्का माल दिला आहे. प्रस्तुत सदरांत एकंदर १५४ पोटसदरें आहेत, तरी तीं फार मोठीं अशीं नाहींत. 'मिरवणुकींत न्यावयाचीं (पताका वगैरेसारखीं) चिन्हें,' 'शहरें,' 'राजवाडे,' 'वाहनें' यांसारखीं, त्यांतल्या त्यांत मोठीं पोटसदरें आढळतात.

चिनी ज्ञानकोशाचीं पोटसदरें.—हीं पोटसदरें कमीजास्त विस्ताराचीं आढळून येतात. सर्वांत मोठें पोटसदर ५४० विभागांचें म्हणजे जवळ जवळ ४३,२०० पानांचें असून सर्वांत लहान एका ओळीचें आहे. मोठीं पोटसदरें चटकन संदर्भ पाहण्यासाठीं निरुपयोगी होतील याकरितां त्यांतील माल वर्गीकरण करून मांडलेला आहे. त्यामुळें पाहण्यास वेळ किंवा त्रास पडत नाहीं. मोठें पोटसदर खालील रीतीनें विभागलेलें असतें. (१) प्रमाणभूत मानलेल्या ग्रंथांतून महत्त्वाचे उतारे कालानुक्रमें देणें, या वर्गांतच (अ) चित्रें, नकाशे व आकृत्या आणि (आ) कालक्रमिक व इतर कोष्टकें दिलीं असतात. (२) विषयाचें सामान्य निरूपण. (३) चरित्रें. (४) सुंदर प्रबंध, विशेषतः गद्यकाव्यांतील उतारे. (५) लोकांत रूढ होतील असे छोटे वाङ्मयीन वेंचे. (६) किरकोळ ऐतिहासिक व दुसरे उतारे व दंतकथा. (७) चिनी सारस्वतांतून व इतर साहित्य ग्रंथांतून घेतलेले एकांगी, कमी विश्वासार्ह व सुसंस्कृत नसलेले असे किरकोळ उतारे.

(८) बौद्ध, ताओ किंवा दुसऱ्या पाखंडी संप्रदायांतील काल्पनिक, रूपकात्मक किंवा तिखटमीठ लावून तयार केलेले उतारे.

प्रत्येक विभागापूर्वी त्या विभागांत आलेल्या ग्रंथांची व ग्रंथकर्त्यांची सूचि व चित्रें आणि प्रकरणें यांची नोंद दिलेली असते.

त्यांतील चित्रें.—या "टुशु" ज्ञानकोशांत जागजागीं चित्रें व नकाशे आढळतात. उदाहरणार्थ, पहिल्या सदरांत नक्षत्रांचे नकाशे, ३ ऱ्यांत शास्त्रीय उपकरणांच्या आकृती, ६ व्यांत भौगोलिक नकाशे, ७ व्यांत पर्वतांचीं चित्रें, ८ व्यांत बाह्य देशांतील लोक, १६ व्यांत खेळांचीं चित्रें, १८ व्यांत देवता, १९ आणि २० यांत प्रत्येक प्राणि व वनस्पति यांच्या प्रतिमा, २८ व्यांत कपडे, २९ व्यांत वाद्यें वगैरे चित्रें आलीं आहेत. हीं चित्रें प्राचीन ग्रंथांतून घेतलेलीं आहेत.

हिंदुस्थानविषयक लेख.—या कोशांत हिंदुस्थानविषयक खालील स्वतंत्र लेख आढळतात. यावरून त्या वेळीं चीनला हिंदुस्थानासंबंधीं किती माहिती होती हें दिसून येणार आहे. यांपैकीं बहुतेक गांवांचींच नांवें आहेत:—

अयोध्या, आंध्र, आम्र, उज्जन, कच्छ, कनोज, कर्णसुवर्ण, कांची, कारोमांडल, काशी, काश्मीर, कुशिनगर, कोंकण, कोचीन, कोसल, गांधार, गुर्जर, चंपक, चंपानगर, जालंधर, तक्षिता, तामलिप्ती, नागर, नेपाल, पंजाब, पेशावर, प्रयाग, बरद्वान, भडोच, मगध, मथुरा, मराठे, महेश्वरपूर, माळवा, राम, राक्षस, वल्लमी, वैशाली, शतद्रु, श्रावस्ती, श्रीभोज, सांची, सिंध, सिमला, सुरत, स्थानेश्वर.

चीनच्या ज्ञानसंचयांतील परकीय अंश.—चीनच्या ज्ञानकोशाच्या वर्णनावरून त्यांच्या व्यापक ज्ञानाची वाचकांस कल्पना आलीच असेल. त्यांत चीनची खरी कामगिरी किती आणि त्या ज्ञानसंचयांतील परकीय अंश किती याचा विचार केल्यानंतर चीनचें विज्ञानेतिहासांतील राष्ट्रश्रेय कळून येईल. हा विषय बराच नाजुक आहे. आम्ही या विषयावर आपलें मत देण्याचें साहस करीत नाहीं. या विषयावर एका पाश्चात्त्य पंडितानें लिहिलेल्या [वेस्टर्न ऑरिजिन आफ दि अर्ली चायनीज सिव्हिलिझेशन, लेखक टेरिएन डी लाकूपेरी, लंडन, १८९४] ग्रंथांत व्यक्त झालेली मतें देतों.

व्य व हा रो प यो गी व स्तू व व्या पा री जि न सा.—ख्रि. पू. २२८२ मध्यें हु नाक खुंटे किंवा यु नाइ न्हांग-टे याच्या नेतृत्वाखालीं बाक नांवाचे काळे केंस व गालाचीं हाडें उंच नसलेले, शंखाकार डोक्याचे, गौरकाय व नीलनेत्री लोक चीन देशांत आले. या लोकांचा खाल्डिआ व एलाम देशांतील लोकांशीं व पश्चिमआशियांतील इतर राजांशीं चीनमध्यें येण्यापूर्वी संबंध आला होता हें दर्शविणाऱ्या कित्येक महत्त्वाच्या परंपरागत कथा या बाक लोकांत प्रचलित होत्या. म्हणजे बाक सिंग चीनमध्यें आले तेव्हां ते आपल्याबरोबर त्यांची स्वतःची संस्कृति अधिक खाल्डी व एलामी लोकांची संस्कृति घेऊन आले.

मातीच्या विटांचीं घरें, कुसवाचे दरवाजे, घराचे खांब, छपरें, वेशीचे दरवाजे, वेध घेण्यासाठीं उंच इमारती, चौकोनी स्थंडिलें, कातड्याच्या नावा, थडग्यांसाठीं मातीच्या विटांचे घुमट, वारा भरलेल्या कातड्याच्या पिशव्यांवरील तराफा, कालवे बांधणें, नद्यांनां बांध घालणें, विहिरी खोदणें, समुद्राचें पाणी उकळणें, शेतकी, कुंभाराचें चाक, चुना, लोहाराचा भाता, पश्चिमआशियांतील नांगर, तराजू, पाचर, हातकड्या, जुं, आऱ्यांचीं चाकें, गळ्यांत घंटा बांधलेल्या बैलांच्या गाड्या, छत असलेले हलके रथ, सोनें, रुपें, तांबें, शिसें, व कथिल (पण लोखंड व ब्रांझ या धातू नव्हत) यांचा उपयोग व त्यांचीं भांडीं, घंटा, आयुधें, हिंगूळ, लांब अंगरखे, विशिष्ट प्रकारचीं शिरोभूषणें, राजाचे झगे, राजछत्रें, मुठीवर शुभ पक्ष्यांच्या प्रतिमा असलेल्या वेत्रयष्टी, पंखे, हातांत धरावयाच्या काठ्या, अंगठ्या, नाममुद्रिका, जोडे, वहाणा, पलंग, चटया व दुसऱ्या कित्येक किरकोळ गोष्टी बाक लोक चीनमध्यें आले तेव्हां त्यांनीं आपल्याबरोबर आणल्या. या सर्व गोष्टींचें ज्ञान त्यांना पश्चिमआशियांतील खाल्डी वगैरे लोकांच्या सहवासानें झालें होतें.

यानंतर ख्रि. पू. २२६० मध्यें तानकिड (तुर्फान) मधून शाओ-हाओमध्यें गोमेद (अँगेटचे) कुंभ आले. ख्रि. पू. १९५० त हितचुंग व किक्वँग यांनीं गाडीला घोडे जुंपण्यास सुरवात केली. ख्रि. पू. १९०३मध्यें कुकनोरच्या मार्गानें कुनवूस आले. हे लोक मातीचीं भांडीं करणें, कवलें बनविणें, चांगल्या चांगल्या असंशोधित धातू शोधून त्यांपासून शुद्ध धातू तयार करणें इत्यादि कलांमध्यें चांगले वाकबगार होते. ख्रि. पू. १७४१ त कुनवुसची जी नवीन टोळी येऊन वेइ (ईशान्य होनान) मध्यें येऊन राहिली तिनें आपल्याबरोबर ब्रांझ धातु तयार करण्याची कला आणली. ख्रि. पू. १७३४ त कुंगकिआ यास आपल्या कारकीर्दीच्या तिसऱ्या वर्षी लोखंडाची माहिती झाली. त्यानें या धातूच्या तरवारी करण्याचा प्रयत्न करून पाहिला पण तो यशस्वी झाला नाहीं. ख्रि.पू. अठराव्या शतकांत किउ-सु देशांतून (किउ-सु = अक्सु नदी, ऑक्सस हिला पुढें पोहानवाकान म्हणूं लागले) गालिचे आले. ख्रि. पू. १७१२ त कि-त्सुंग लोक आले त्यांनीं आपल्याबरोबर ताग आणला. ख्रि. पू. १११० त चौ लोकांनीं चीन देशावर स्वारी करून तो पादाक्रांत केला. तेव्हां अंगठीसारखीं चलनी नाणीं, खोजे व गुलाम आपल्याबरोबर घेऊन आले. ख्रि.पू. १०९९ त येन-कि (काशगर) हून कशीदा काढण्यांत कुशल बायां व कुत्झे (कुल्वा) हून मोर नजराणा म्हणून पाठविण्यांत आले, व बदकशानहून असबेस्टोसचा कपडा आला. या नंतर दोन वर्षांनीं वायव्येकडून युएह-शांग हा आला. तो हत्तीं व कुकण (फेझंट) पक्षी घेऊन आला. ख्रि. पू. सातव्या शतकांत कार्केहेमिश, मिना व बाबिलोनी एम्पान वगैरे वजनांचा व मापांचा एरिथ्रिअन समुद्रांतील व्यापाऱ्यांबरोबर चीनमध्यें प्रवेश झाला. ख्रि. पू. ६४१-६०० या काळांत एरिथ्रिअन समुद्रांतून (हिंदीमहासागरांतून) जलमार्गानें जे व्यापारी आले त्यांच्या बरोबर तीळ (पर्शुभारतीय नांवानें) व पारा हे जिन्नस आणि लोखंडास पाणी देण्याची कला आली. ख्रि. पू. ४२५ व ३७५ यांच्या दरम्यान भारतीय व्यापाऱ्यांनीं धातूचीं ओतीव नाणीं बनविण्याची कला चिनांत आणली. ख्रि.पू. चौथ्या शतकाच्या अंत्य पादांत बुद्धिबळाचा खेळ चिनांत आला. ख्रि. पू. २२० मध्यें लिन-ताओ येथें कांहीं भारतीय लोक आले. त्यांनीं सुवर्णमाक्षिकाचा उपयोग प्रचारांत आणला. ख्रि. पू. २०१ मध्यें चीन देशांत हिंदुस्थानांतील साखरेचा प्रवेश झाला. ख्रि. पू. १४० त भूमध्यसमुद्रांतील पोंवळीं चिनांत आलीं. ख्रि. पू. १३३ त कच्छमधून तुरटी व पश्चिमेकडून गंधक आलें. ख्रि. पू. १३० मध्यें ब्रह्मदेशांतून नारळ, सोनकेळीं आलीं. ख्रि. पू. दुसऱ्या शतकाच्या चतुर्थ पादाच्या आरंभास चिनी लोकांस ग्रीकांकडून दगडी कोळशाचें ज्ञान झालें. ख्रि. पू. ११५ त घोडेघांस, काकडी, करडई (यांचा ग्रीक नांवाखालीं) आक्रोड (त्याच आर्यन नांवाखालीं), अजमोदा, लसूण

सण व पार्थिआंतील डाळिंब या बाहेरून आणलेल्या पदार्थांची राजधानीच्या शहरीं एका बागेंत काळजीपूर्वक लागवड करण्यांत आली. ख्रि. पू. १०० च्या सुमारास चीनचा हिंदुस्थानाशीं जोराचा व्यापार चालला होता. त्या वर्षी वचनाग व सोरा हे जिन्नस हिंदुस्थानांतून चिनांत आले होते. ख्रि. पू. ९८व८७ च्या दरम्यान आयात मालांत मोरचूत हा पदार्थ दृष्टीस पडतो. ख्रि. पू. १२ त कापसापासून तयार केलेला कांहीं कागद हिंदुस्थानांतून लोयांग येथें आला. इ. स. १५९ त चीनमध्यें मोलक्काच्या लवंगा पहिल्यानें आयात झाल्या. इ. स. ६९ त तांबें, लोखंड, शिसें, कथील, सोनें, रुपें, मोत्यें हत्ती, कांचेचीं भांडीं वगैरे जिन्नस, ब्रम्हदेश, मलाक्का, सिंहलद्वीप, हिंदुस्थान, काबुलिस्थान या देशांतून चिनांत आयात होत होते. तांबड्या समुद्रांतून कांहींहि येत नव्हतें.

ज्यो ति ष.—मूळ बाक लोकांत आकाश व खस्थ ज्योती यांच्याविषयीं पूज्यत्व व्हास करीत होतें. तथापि पृथ्वी ही एखाद्या चौकोनी तराफ्याप्रमाणें असून आकाश हें तिजवर एखाद्या घुमटाप्रमाणें बसविलेलें आहे ही कल्पना बाक लोकांनीं पाश्चात्यांपासून ग्रहण केलेली दिसते. बाक लोकांच्या द्वारें याशिवाय आणखी ज्या कित्येक ज्योतिर्विषयक पाश्चात्य कल्पनांचा ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या सहस्रकांत चीनमध्यें प्रवेश झाला त्या पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत. सूर्याचें पुरुषत्व; चंद्राचें स्त्रीत्व; पंचग्रह व त्यांचे कांहीं गुण; सौरवर्ष व अधिकमासयुक्त बारा चांद्र मास; पंधरा पंधरा दिवसांचे वर्षाचे चोवीस भाग; दिवसाचे चार विभाग; सात दिवसांच्या विभागाचा उपयोग; वर्षाचे चार ऋतू; मकरसंक्रांतीचा पंचांगाच्या व वसंतसंपाताचा वर्षाच्या प्रारंभबिंदूसाठीं उपयोग; ताऱ्यांचीं व नक्षत्रांचीं कित्येक नांवें; क्रान्तिवृत्तांतील चोवीस नक्षत्रें; व बारा, दहा, साठ व बहात्तर वर्षांचीं युगें (?)इ. सार्वजनिक खर्चानें ज्योतिषी नेमण्याची चाल देखील बाक लोकांनीं पाश्चात्यांपासूनच उचलली होती असें म्हणतात.

ख्रि. पू. २१४७ त तिकुह काओसिन याचा तुंगालि (तेंग्रि, आकाश) नामक एक तार्तार ज्योतिषी होता. मोठ्या यूच्या कारकीर्दींत ख्रि. पू. १९५४ मध्यें हिआचें संक्षिप्त पंचांग प्रसिद्ध झालें. ख्रि. पू. १९०३ मध्यें कुकनोरच्या मार्गानें जे कुनवुस लोक आले ते ज्योतिषांत निष्णात होते. ख्रि. पू. १५५३ मध्यें मोकान नामक काशारमधून आलेल्या परकी इसमानें पहिलें तारास्थितिपत्रक तयार केलें. ख्रि. पू. १११० त चौ लोकांनीं स्वारी करून देश पादाक्रांत केला तेव्हां त्यांनीं घटी, कांहीं ताऱ्यांचीं नांवें व चंद्राचीं २८ नक्षत्रें आपल्याबरोबर आणलीं. यांचें मूळ बाक्ट्रिआ व खोरास्मिया देशांतील आहे. ख्रि. पू. १०९७ त वायव्येकडून नेले हा कांहीं ज्योतिर्विषयक माहिती बरोबर घेऊन आला असें म्हणतात. ख्रि. पू. ६८०-६४२ च्या दरम्यान जे एरिथ्रिअन समुद्रांतील व्यापारी किया-चौ बंदरांत आले त्यांनीं आपल्याबरोबर फलज्योतिष व त्यास लागणारी बाबिलोनी महिन्यांचीं नांवें आणि अपभ्रष्ट करून बनविलेलीं बारा राशींचीं (स्त्रेचीं) नांवें आणलीं. याशिवाय त्यांनीं असुरियामधील १९ वर्षांचें युगहि चीनमध्यें आणलें.

ख्रि. पू. पांचव्या शतकांत बारा बाबिलोनी महिन्यांचीं सेमेटिक नांवें चीनमध्यें शिरलीं. ख्रि. पू. दुसऱ्या शतकाच्या चतुर्थ पादाच्या आरंभीं ग्रीकांच्या ७६ वर्षांच्या युगाच्या कल्पनेचा चिनांत प्रवेश झाला.

ले ख न प द्ध ति.—ख्रि. पू. तिसऱ्या सहस्रकाच्या चतुर्थ पादांत बाक लोक चीनमध्यें आले तेव्हां त्सांग-किए (प्राचीन तान-किहङुगि) हा लेखनकलेचा आद्यप्रवर्तक होता अशी त्यांच्यामध्यें एक परंपरागत दंतकथा रूढ होती. बाक लोक हे बाबिलोनी वर्णच पण उभ्या ओळींत लिहीत असत. त्यांचीं अक्षरें जाड्यावारीक रेषांनीं युक्त अशीं असून गुडी व खामुराबि यांच्या दरम्यानच्या काळांत बाबिलोनी लिपींत ज्या प्रकारचीं कांहीं अंशीं कल्पनादर्शक व कांहीं अंशीं ध्वनिदर्शक अक्षरें होतीं, तशीं ते काढीत असत. अशा प्रकारच्या नानाविध ध्वनिचिन्ह व कल्पनाचिन्ह लिपी हे लोक आपल्याबरोबर घेऊन आले होते. या लोकांत भांड्यांच्या आंत व पुतळ्यांवर लेख कोरविण्याची वहिवाट होती.

ग णि त.—दशांशपद्धति व अंकांची स्थानीय किंमत या कल्पना मूळ पाश्चात्यांच्या (?) असून बाक लोकांनीं त्या त्यांच्यापासून ग्रहण करून ख्रि. पू. २२८२ मध्यें ते चीनमध्यें आले तेव्हां आपल्याबरोबर त्यांनीं त्या चीन देशांत आणल्या असें टेरिएन म्हणतो.

कि म या.—ख्रि. पू. १४५ त पश्चिमेकडील खुष्कीच्या मार्गानें किमयाविषयक कांहीं ग्रीक कल्पना (उ. हरताळ व रक्तपारद यांच्या साहाय्यानें सोनें बनविणें) चीनमध्यें शिरल्या.

नौ का न य न.—सेन्नाखेरिब यानें इराणी आखातांत फिनीशीयन जहाजें आणून वीस वर्षें लोटलीं न लोटलीं तोंच हिंदीमहासागरांतील (एरिथ्रिअन समुद्रांतील) व्यापारी किया-चौ (दक्षिण शांटंग) बंदरांत येऊन दाखल झाले (ख्रि. पू. ६८०-६४२). यांनीं लंग्या (लंका ?) आणि त्सिहमोह (सफर ?) येथें वसाहती केल्या; व त्सिहमोह येथें चीनचीं पहिलीं खोदविलेलीं नाणीं चालू केलीं. या नाण्यांच्या प्रचारावरून ह्या पेठांचा शांटंग, शान्सि, शेन्सि, होन एन वगैरे ठिकाणच्या शहरांशीं व्यापार सुरू होता. व या परदेशी व्यापाऱ्यांचें वजन बरेंच होतें हें स्पष्ट होतें. हे लोक ज्या जहाजांतून आले त्या जहाजावर पुढच्या भागांत नाळीवर दोन मोठाले डोळे असलेली एखाद्या पक्ष्याची किंवा प्राण्याची आकृति व मागच्या भागांत दोन दोन वल्हीं होतीं. पुढील काळांत चीनमध्यें जीं जहाजें झालीं तीं अशाच प्रकारचीं होतीं. ख्रि. पू. चौथ्या शतकाच्या मध्याच्या सुमारास एरिथ्रिअन समुद्रा-

वरील चीनशीं चालणारा व्यापार मुख्यत्वेंकरून भारतीय लोकांच्या हातीं गेला. हे लोक पूर्वीच्या दर्यावर्दी लोकांप्रमाणें मलाक्का सामुद्रधुनींतून न जातां सुमात्रा व जावा यांच्या दक्षिणेकडून जात असत. ख्रि. पू. १३९ त चीनमध्यें पहिल्यानें एरिथ्रिअन दर्यावर्दी व्यापाऱ्यांच्या जहाजांच्या धर्तीवर जहाजें बांधण्यांत आलीं.

सं गी त.—संगीतांतील शुद्धकोमलस्वरयुक्त बारा स्वरांचें सप्तक चीनमध्यें बाक लोकांनीं ख्रि. पू. तिसऱ्या सहस्रकांत आपल्यावरोबर आणलें. हा क्रम बाक लोकांस खाल्डी वगैरे पश्चिमआशियांतील लोकांच्या संसर्गानें अवगत झाला होता. पांवा, नगारा, घंटा, एक प्रकारची खंजिरी व वेणू हीं पाश्चात्यांचीं वाद्यें बाक लोकांनींच चीन देशांत आणलीं. ख्रि. पू. ११७० चौ लोकांनीं आपल्यावरोबर तीन भोकांचा पांवा आणला. हा मूळ बॅक्ट्रिया व खोरास्मिआ देशांतील होता. इ. स. ६७ त हिंदुस्थानांतल्या सप्तस्वरांसारखे सप्तस्वर चीनमध्यें प्रचारांत आले.

भौ ति क शा स्त्रें.—ख्रि. पू. तिसऱ्या सहस्रकांत बाक लोक चीनमध्यें आले तेव्हां त्यांनीं खाल्डी वगैरे पश्चिम आशियांतील लोकांपासून ग्रहण केलेली पंचमहाभूतांची कल्पना आपल्यावरोबर आणली. ख्रि. पू. ११७० त चौ लोक आले तेव्हां त्यांनीं, लोहचुंबक दोऱ्यानें मोकळा लटकविला असतां दक्षिणोत्तर राहतो हें ज्ञान आपल्यावरोबर आणलें. ख्रि. पू. ४७५त, एरिथ्रिअन समुद्रांतील व्यापारी चीन देशांत युद्धाच्या वेळीं वापरण्यांत येणारें दगड फेंकण्याचें यंत्र घेऊन आले. ख्रि. पू. ४५०त अशाच कांहीं व्यापाऱ्यांवरोबर धातूंच्या अन्तर्गोल आरशांचा चीनमध्यें प्रवेश झाला. ख्रि. पू. ३५० त मगध देशांतील एक भारतीय प्रवासी पांच वर्षें प्रवास करून नैर्ऋत्य मार्गानें चिनांत गेला; यानें आपल्यावरोबर महत्कारी मिंगें [?] आणलीं होतीं असें म्हणतात. ख्रि. पू. १५६व१५५ च्या दरम्यान ग्रीकांचा सूर्यकांत मणि पश्चिमेच्या मार्गानें चिनांत आला.

आ ध्या त्मि क वि चा र.—आत्मे दोन असतात, व मनुष्याचा आरंभ नाकापासून झाला या पाश्चात्यांतील कल्पना बाक लोकांनीं आपल्या बरोबर चीन देशांत आणल्या. ख्रि. पू. ६३१ त जलमार्गानें चिनांत जे व्यापारी आले त्यांच्या पुढाऱ्याचें गोत्रनाम संस्कृत होतें. ख्रि. पू. ६०० व ५७५ याच्या दरम्यान सोम अशन करणारे कांहीं साधुवृत्तीचे ब्राह्मण चिनांत आले. ख्रि. पू. ५६५ व ५२५ याच्या दरम्यान शांटंग येथें जलमार्गानें जे व्यापारी आले त्यांनीं आपल्या बरोबर अग्निपूजा व अवेस्तांतील पांच अग्नी चिनांत आणले. ख्रि. पू. ४२५ ते ३७५ याच्या दरम्यान कूर्मावतार, सुमेरु, अष्टवसूंची पूजा, जगदुत्पत्तीची भारतीय कल्पना, ऋषी व त्यांची अमृतवल्ली (सोम) इत्यादि गोष्टी भारतीय व्यापाऱ्यांबरोबर चिनांत शिरल्या. ख्रि. पू. २१० व २१७ च्या दरम्यान बौद्ध धर्मप्रसारकांची पहिली टोळी चीन देशांत आली, पण तिला धर्मप्रसाराच्या कामीं यश आलें नाहीं. ख्रि. पू. २ मध्यें य-त्सुन-कौ नामक इसमानें बौद्ध पुस्तकें चिनांत आणलीं; व शेवटीं इ. स. ६७त चीनच्या राजानें स्वतः बौद्ध धर्म स्वीकारून त्याचा पुरस्कार केला.

वर ज्या टीपा दिल्या आहेत त्यांवरून हिंदुस्थान व चीन या देशांच्या संबंधावर बराच प्रकाश पडण्यासारखा आहे. लाकूपेरीनें या टीपा चिनी वाङ्मयाच्या आधारावरच लिहिल्या आहेत; तथापि कित्येक ठिकाणीं त्यानें संस्कृतिसादृश्यावरूनहि अनुमानें काढलेलीं दिसतात. लाकूपेरिचें म्हणणें आम्ही सिद्धांत म्हणून देत नाहीं, तर एक मत म्हणून देतों. लाकूपेरी हा वरील मतें देण्यास कितपत लायक होता हेंहि आम्हांस माहीत नाहीं.

प्रकरण ११ वें

रसायनशास्त्राचा इतिहास.

भारतीय रसायनशास्त्र

भारतीय रसायनशास्त्राचें स्वरूप.—रसायनशास्त्राची वाढ वास्तविक अगदीं अलीकडे म्हणजे १७ व्या शतकापासून व तीहि यूरोपांत झालेली आहे. तथापि हें शास्त्र आपल्याकडेहि प्राचीन काळापासून माहीत असून त्याची बुद्धकाळापासून नागार्जुनापर्यंतच्या काळांत तर फारच वाढ झाली. व त्या काळांत या शास्त्रावर शेंकडों ग्रंथ झाले,असें बंगालचे सुप्रसिद्ध रसायनशास्त्रज्ञ डॉ.प्रफुल्लचंद्र राय यांनीं आपल्या 'हिस्ट्री ऑफ हिंदु केमिस्ट्री' या ग्रंथांत प्रतिपादिलें आहे. या ग्रंथाचे दोन भाग असून त्यांतभारतीय रसायन शास्त्रावरच्या अनेक ग्रंथांतील उतारे दिले आहेत. या ग्रंथांत वेदकालापासून बुद्धकालापर्यंतची माहिती फारच अल्प आहे. त्यावरून प्राचीन काळीं भारतांत रसायनशास्त्र असलें तरी फारच अल्प होतें असें स्पष्ट दिसतें. बुद्धकालापासून या विषयावर बरेच ग्रंथ झाले आहेत यांत शंका नाहीं. तथापि आपल्या भारतीय रसायनशास्त्राची वाढ वैद्यकाची औषधिशाखा ह्या दृष्टीनें झालेली असून, आधुनिक, पाश्चात्त्य रसायनशास्त्रांत व जुन्या भारतीय रसायनशास्त्रांत तत्त्वतःच फार मोठा फरक आहे हें उघड दिसतें. आपलें रसायनशास्त्र निरनिराळ्या धातूंचीं भस्में करून त्यांचा रोग निवारण्याच्या किंवा शरीरपुष्टि वाढविण्याच्या कामीं कसा उपयोग करावा एवढयाचा च मुख्यतः विचार करतें. आणि या बाबतींतहि हिंदुस्थानांकडे राष्ट्रश्रेय किती आहे हा प्रश्न अद्याप अनिश्चित आहे. डॉ. गर्दे यांनीं आपल्या वाग्भटावरील प्रस्तावनेंत या रसायनांची औषधांत योजना करण्याची कल्पना मूळ बाहेरूनच हिंदुस्थानांत आली असें म्हटलें आहे. या भारतीय रसायनपद्धतीची वाढ ख्रिस्ती

शकानंतर—म्हणजे ग्रीकांशीं संबंध आल्यानंतर झालेली आहे असेंहि एक मत आहे. तथापि डॉ. प्रफुल्लचंद्र रॉय यांनीं रसायनें अथर्ववेदकालापासून तरी निदान अव्याहत उपयोगांत होतीं असें प्रतिपादिलें आहे.

या शास्त्राच्या इतिहासांतील मुख्य मुद्दे.— भारतीय रसायनशास्त्राचा इतिहास लिहितांना खालील गोष्टींकडे स्वाभाविकपणें लक्ष जातें.

(१) शास्त्रीय वाङ्मय

(२) रसायनशास्त्राचा इतर भारतीय शास्त्रांशीं संबंध.

(३) रासायनिक वस्तूंचे उल्लेख.

(४) या शास्त्रावरील परिश्रमानें प्राप्त झालेलें ज्ञान.

(५) प्राचीन संशोधनपद्धति.

या सर्व मुद्द्यांवर जी माहिती डॉ० प्रफुल्लचंद्र राय यांच्या ग्रंथांत सांपडते ती येथें देतों.

आपली रसायनविषयक दृष्टि.—रसायन शब्दाचा उपयोग आपल्याकडे प्राचीन काळीं आजच्यापेक्षां भिन्न अर्थानें होत होता. आयुष्य, स्मरणशक्ति वगैरे वाढविणारें जें सुखप्रकर्षक वैद्यक तें रसायन होय. [स्वस्थस्यौजस्करं यत्तु तद्वृष्यं तद्रसायनम्—चरक ५. १,३]. 'दुःखनिवारक वैद्यका'-पासून तें भिन्न होय अशी रसायनाची कल्पना होती. आपणांस आज जें रसायनशास्त्र काढावयाचें तें केवळ प्राचीन काळीं रसायन म्हणून म्हटलेल्या ग्रंथांपासून नसून दुसऱ्या अनेक प्रकारच्या ग्रंथांवरून होय. विशिष्ट औषधांचा उपयोग आयुष्य वाढविण्यासाठीं होतो कीं दुःखनिवारणासाठीं होतो इकडे आपणांस पहावयाचें नसून, कोणत्या प्रकारच्या क्रिया चालू होत्या व त्या क्रियांचा अंतर्भाव "रसायण" नांवानें प्रचलित असलेल्या शास्त्रांत होईल काय हा प्रश्न आपण विचारला पाहिजे.

वाङ्मय.—हें पूर्वी फारच थोडें ठाऊक होतें. ज्या वेळेस प्रफुल्लचंद्रांनीं आपला भारतीय रसायणशास्त्राच्या इतिहासाचा पहिला विभाग लिहिला त्या वेळेस त्यांस अगदीं थोडे ग्रंथ परिचित होते. पण दुसरा भाग लिहिला तेव्हां त्यांचा अनेक ग्रंथांशीं परिचय झाला होता असें दिसतें. त्यांनीं आपल्या ग्रंथांत ज्या पुस्तकांचा उल्लेख केला आहे त्या पुस्तकांकडे वळूं.

वर सांगितलेल्या आपल्या रसायणाच्या कल्पनेमुळें आपणांस विविध प्रकारचे ग्रंथ पाहिले पाहिजेत. या विषयावर प्रकृत वाङ्मय कोणतें याचा विचार करून डॉ० राय यांनीं मांडलेली ऐतिहासिक परंपरा ऋग्वेद, अथर्ववेद, चरक, सुश्रुत, वाग्भट, तंत्रग्रंथ, शैव आणि बौद्ध अशी सामान्यतः आहे.

वेदकालांतील रासायनिक ज्ञानावर सर प्रफुल्लचंद्रांनीं केलेलें विवेचन असमाधानकारक आहे. वेदानंतर ते चरकांकडे वळतात. चरकांत अनेक ग्रंथांचा उल्लेख आहे. या ग्रंथांचें अस्तित्व अथर्ववेदाच्या कालापासून चरकाच्या कालापर्यंत शास्त्रप्रकर्षक चळवळी स्तब्ध नव्हत्या असें दाखवितात.

शास्त्रीय ज्ञानास विघातक अशी जरी गौतमाची वृत्ति होती तरी महायानाचा उदय झाल्यानंतर ब्राह्मणी ज्ञानपरंपरेचें महत्त्व वाढलें, आणि शास्त्रास पोषक अशी बौद्धिक परिस्थिति उत्पन्न झाली.

सिद्धनागार्जुन.—भारतीय रसायणशास्त्राच्या इतिहासांत सिद्धनागार्जुन हें सर्वांत मोठें नांव आहे. सिद्धनागार्जुन हा कोण होता, कोठें होता व त्यानें विद्या कोठून कशी संपादन केली याविषयीं विश्वसनीय माहिती मिळत नाहीं. याविषयीं ऐतिहासिक माहितीच्या सिध्यर्थ ज्या गोष्टी आपणास उपलब्ध आहेत त्या येणें प्रमाणें:

(१) ४०१-४०९ (ख्रिस्ती शक) च्या सुमारास याच्या एका चरित्राचें चिनी भाषेंत भाषांतर झालें होतें असें नंजिओच्या ग्रंथसूचीवरून कळतें [प्रस्तावनाखंड विभाग १ ला पृ. २३३ पहा].

(२) तारानाथानें तिबेटी भाषेंत बौद्ध संप्रदायाच्या इतिहासावर जो ग्रंथ लिहिला त्यांत नागार्जुनाविषयीं बरीच माहिती दिली आहे. पण ती बरीच उत्तरकालीन असल्यानें दंतकथामय व अविश्वसनीय आहे.

[तारानाथाची माहिती अशीः—हा विदर्भदेशस्थ ब्राह्मण जन्मतःच मरावयाचा, पण भिक्षूंस जेवण दिल्यामुळें आणि संघांत प्रविष्ट झाल्यामुळें जगला. हा मगधांतील नालेंद्रविहारांत प्रविष्ट झाला. देशभर दुष्काळ पडला तेव्हां भिक्षूंचें चालावें म्हणून यानें अद्भुत उपायानें परद्वीपांत जाऊन सोनें करण्याची विद्या मिळविली. आणि अद्भुत उपायानें स्वदेशी परत येऊन त्या विद्येचा प्रचार केला. नागार्जुनानें शांकरमत खोडून काढलें (!!)].

(३) ह्युएनत्संग हा नागार्जुनाचा उल्लेख देव, अश्वघोष, कुमारलब्ध यांच्या बरोबर करून त्यांस चार सूर्य असें म्हणतो.

(४) नागार्जुनाच्या नांवावर खपणारे २४ ग्रंथ नंजिओनें दिले आहेत. ते सर्व त्याचेच असावेत असें दिसत नाहीं. एवढेंच नव्हे, तर त्यांपैकीं एकहि ग्रंथ त्याचा असेल कीं नाहीं याची शंकाच आहे.

(५) सुहृल्लेख हा नागार्जुनाशीं संबद्ध ग्रंथ चिनीमध्यें (४३४ ख्रि. श.) मध्यें भाषांतरला गेला.

चौदावें शतकः—या शतकांतील ग्रंथांत अफूचा महत्त्वानें उपयोग दिला आहे. या कालांतील ग्रंथ पुढें दिल्याप्रमाणें आहेत. (१) रसनक्षत्रमालिका, मथनसिंहकृत; (२) रसरत्नाकर, सिद्ध नित्यनाथकृत; (३) रसेंद्रचिंतामणि, ग्रंथकार अनिश्चित; (४) रससार. या सर्व ग्रंथांत पाऱ्याच्या उपयोगासंबंधानें बरेंच विवेचन आहे, व विषविषयक मजकूरहि बराच आहे; (५) शार्ङ्गधरसंग्रह; (६) रसेंद्रसारसंग्रह; (७) रसेंद्रकल्पद्रुम; व (८) धातु-

रत्नमाला (या ग्रंथांत पारा व इतर धातू कसे मारावेत यासंबंधानें विवेचन आहे).

सो ळा वें श त क.—उपदंशाचा हिंदुस्थानांत पोर्तुगीजांमार्फत प्रवेश झाला. पोर्तुगीजांस चोवासिनी हा उपाय चिनी लोकांमार्फत कळला. आणि चोवासिनी हा उपाय उपदंशास रसप्रदीप देतो, त्यावरून रसप्रदीपाचा काळ निश्चित होतो. या ग्रंथांत खनिज अम्लांचें ऊर्ध्वपातन करण्याची कृति दिली आहे. धातूंचे द्रावक म्हणून खनिज अम्लांचा उपयोग करण्याचीहि कृति दिली आहे.

भा व मि श्र कृ त भा व प्र का श.—या ग्रंथांत इतर ग्रंथांतील माहिती आहे. फिरंगदोषाचा उल्लेख आहे.

धा तु क्रि या.—शिवपार्वतीसंवादरूप या ग्रंथांत दाहजल हा शब्द वापरून तेजाब उर्फ गंधकाम्ल (सल्फ्यूरिक ॲसिड) उल्लेखिलें आहे.

अ र्क प्र का श.—रावणकृत, यांत फिरंगदोषाचा उल्लेख आहे, आणि त्यास शंखद्रावकाची क्रिया केलेला पारा हें औषध सांगितलें आहे. अर्क करण्याच्या कृतीहि यांत दिल्या आहेत.

रसमंजरी—शालिनाथकृत, रसरंजन—गंधक कल्पकृत, रसार्णव (दुसरें), रसरत्नाकर (नित्यनाथाच्या ग्रंथाहून निराळें) इ. पुस्तकें याच काळांतील होत असें डॉ. प्रफुल्लचंद्र यांचें मत आहे.

या शि वा य इ त र वा ङ्म य.—मांडव्य, व्याडि इत्यादि नांवें रसायनशास्त्रांत मोठीं महत्त्वाचीं आहेत; पण त्यांचे निश्चित ग्रंथ आज सांगतां येण्यासारखे नाहींत. तसेंच रसेंद्रचिंतामणींत उल्लेखिलेला सिद्धलक्ष्मीश्वर कोण होता हें कळत नाहीं. ब्रह्मज्योतिमंथनभैरव, स्वच्छंदभैरव गहनानंदनाथ इत्यादि नांवें देखील त्यांजविषयींच्या उल्लेखांवरून महत्त्वाचीं दिसतात. पंतजलि, भव्यदत्तदेव इत्यादि नांवें लोहविषयक कृतीविषयीं प्रसिद्ध दिसतात. याशिवाय ग्रंथकार व त्यांचे ग्रंथ म्हणून आपणांस खालील नांवें देतां येतील. ग्रंथांचीं नांवें कंसांत दिलीं आहेत. आनंदानुभव (रसप्रदीप), वलभद्र भोजदेव (रसराजमृगांक), चंद्रसेन (रसचंद्रोदय), चर्पट (चर्पटसिद्धांत), धनपति (दिव्यरसेंद्र), गरुडदत्तसिद्ध (रसरत्नावलि), गोरक्षनाथ (गोरक्षसंहिता) व अनिश्चित लेखक (बौद्धसर्वस्व, रसस्वरसिद्धांत इत्यादि).

रसायणाचा इतर शास्त्रांशीं संबंध.—रासायनिक क्रियांसंबंधाची स्थूल माहिती प्राचीन काळांतील सुधारलेल्या सर्व राष्ट्रांस होती. कारण, वैद्यांचा औषधें तयार करतांना, धातुकाम करणाऱ्याचा अशुद्ध धातु शुद्ध करतांना किंवा मिश्रधातु तयार करतांना, तसाच किमयागारांचा हलक्या धातूपासून सोनें बनविण्याचा प्रयत्न करतांना, रासायनिक क्रियांशीं प्रत्यहीं संबंध येई. त्याचप्रमाणें कांचकाम वगैरे कलाकौशल्याचीं कामें करणाऱ्या कारागिरांनांहि रासायनिक क्रियांचें ज्ञान अवश्य होतें. तथापि हिंदुस्थानांत रसायनशास्त्र वैद्यकशास्त्राची एक शाखा म्हणून विशेषतः वाढलें. रसायनविद्येला मंत्रविद्येची जोड असे, ती इतकी कीं, कोणत्याहि औषधिरसायनाला मंत्रसामर्थ्याची पुष्टि मिळाल्याशिवाय पूर्ण गुण येणें अशक्य अशी समजूत असे.

त्यामुळें रासायनिक क्रियांसंबंधाचें ज्ञान वैद्यकीच्या ज्ञानाइतकेंच प्राचीन आहे. वनस्पतींपासून औषधें वनविण्यासंबंधाचे उल्लेख ऋग्वेदांत व अथर्ववेदांत आहेत. प्राचीन काळच्या औषधिवनस्पतींपैकीं सोमवल्ली ही अत्यंत श्रेष्ठ होय. सोमरसाला केवळ अमृत मानीत असत. त्यानें रोग बरे होत इतकेंच नव्हे तर अमरत्व प्राप्त होत असे. हें वर्णन अतिशयोक्तीचें वाटलें तरी सोमवल्लीपासून औषधें करीत असत व त्यांत रासायनिक क्रियेचा संबंध येत असला पाहिजे यांत शंका नाहीं. तसेंच मोतीं, सोनें व शिसें, या धातूंपासून औषधें बनवून आयुरारोग्यवृद्धीकरितां देत असत असें अथर्ववेदांतील मंत्रांवरून दिसतें. तात्पर्य, रासायनिक क्रियांचें भारतीयांचें ज्ञान ऋग्वेद व अथर्वमंत्रांइतकें प्राचीन आहे.

यानंतरच्या काळांत वैद्यकाला स्वतंत्र व व्यवस्थित विषयाचें स्वरूप मिळून एतद्विषयक ग्रंथांनां 'आयुर्वेद' असें नांव मिळालें. अर्थात् वैद्यकाबरोबर औषधें तयार करण्याचें व रासायनिक क्रियांचेंहि ज्ञान वाढलें. बौद्धधर्मीय वर्चस्वामुळें रासायनिक क्रियांच्या ज्ञानांत भर पडण्यास मदत झाली. बौद्धधर्माचें ध्येय मानवजातीचीं दुःखें निवारण करणें हें असल्यामुळें शारीरिक व्याधि दूर करणाऱ्या वैद्यकविद्येकडे बौद्धधर्मी विद्वानांनीं पुष्कळ लक्ष दिलें. बौद्ध मठांनां जोडलेलीं रुग्णालयें जागजागीं असत. व रसायणविषयकवैद्यकशाखेची वाढ करण्याचें कांहीं श्रेय बौद्धांनां आहे. चरकसुश्रुतादि वैद्यकीय ग्रंथांत रसायणावद्दल स्वतंत्र प्रकरण आलेलें आढळतें. वाग्भटांत कित्येक धातूंपासून भस्में करण्याच्या ज्या क्रिया सांगितलेल्या आहेत, त्यांवरून रासायनिक क्रियांसंबंधाचें भारतीयांचें ज्ञान बरेंच वाढलेलें होतें असें स्पष्ट दिसतें.

इ. स. ८००पर्यंत अशी स्थिति होती. पुढें ८००–१००० पर्यंतच्या काळांत वैद्यक व रसायण यांची फारकत होऊन रसायणशास्त्रावर स्वतंत्र व महत्त्वाचे ग्रंथ निर्माण हाण्यास सुरुवात झाली. रासायनिक क्रियेनें धातूंचीं भस्में बनविण्याच्या प्रवृत्तीस या वेळीं किमयेच्या नादानें विशेष मदत झाली. हीन धातूपासून सोनें बनविण्याची धडपड प्राचीन काळांतील हिंदू लोक फारशी करीत नसत. परंतु या सुमारास अरबांशीं संबंध आल्यापासून किमयेचा नाद हिंदुस्थानांत बराच फैलावला. मूळ हेतु कोणास फारसा साध्य झाला नसला तरी हिंदूंच्या रासायनिक क्रियांच्या ज्ञानांत तिच्यामुळें भर पडली. तथापि किमया व परिसाचा शोध या गोष्टींवर इतर देशांतल्या इतका हिंदुस्थानांत कधींच कोणीं भर दिला नाहीं. हिंदूंचें लक्ष नेहमीं पारमार्थिक गोष्टींकडे विशेष असे. ज्योतिष, भूमिति-

वैद्यकाची शारीरशाखा यांचा उगम व प्रगति प्राचीन यज्ञसंस्थेमुळें झाली, त्याचप्रमाणें रसायनें तयार करून त्यांचा पोटांत घ्यावयाच्या औषधी म्हणून उपयोग करण्याची कल्पना पारमार्थिक हेतूमुळेंच फैलावली. दीर्घ काल तपाचरण करून मोक्ष मिळविण्याकरितां निरोगी, सुदृढ शरीर व दीर्घायुष्य अवश्य असल्यामुळें धातूंचीं भस्में करून तीं सेवन करण्याचा प्रघात पडला. इ. स. ११०० ते १३०० या काळांत शिवशक्ति-उपासना व तंत्रवाङ्मय फार वाढलें, व पारा या धातूला विलक्षण महत्त्व दिलेलें आढळतें. पारा व गंधक यांच्या मिश्रणापासून तयार केलेलें रसायण सेवन करणारे योगी १५०–२०० वर्षें जगतात, असा उल्लेख तत्कालीन परकीय प्रवाशांच्या लेखांतीहि आढळतो [यूलचें मार्को पोलो, पु. २ पृष्ठ ३००] रसरत्नाकर, रसार्णव आणि रसरत्नसमुच्चय हे या काळांतले प्रसिद्ध ग्रंथ असून त्यांपैकीं रसरत्नसमुच्चयांत रसायनशास्त्रविषयक माहिती पुष्कळच आहे.

रासायनिक वस्तू.—आतां रासायनिक वस्तूंच्या प्राचीन उल्लेखांकडे वळूं. रसायणशास्त्राशीं परिचय कोणत्या वस्तूंच्या उल्लेखांवरून ठरवावयाचा ? स्वाभाविक स्थितींत सांपडणाऱ्या वस्तूंवरून ठरवावयाचा नाहीं हें उघड आहे. ज्या वस्तू तयार करतांना रासायनिक क्रिया झाल्या असतील त्यांच्या उल्लेखांवरूनच प्राचीनांचा रसायणशास्त्राशीं परिचय ठरविला पाहिजे. असा वस्तूंची पहाणी करतां असें दिसतें कीं, निरनिराळ्या धातूंचीं भस्में करण्यांत प्राचीनांनीं कौशल्य दाखाविलें होतें. भस्में करणें म्हणजे रासायनिक रूपांतर करणें होय. भस्माशिवाय त्यांस परिचित असलेल्या वस्तू येणेंप्रमाणें.

क्षा र (सॉ ल्ट् स).—झाडें, वृक्ष, लता वगैरे वनस्पती जाळून त्यांच्या राखेपासून क्षार तयार करण्याचा उल्लेख प्राचीन ग्रंथांमधून जागजागीं आहे. एवढेंच नव्हे तर यवखार म्हणजे (पोटॅशम कार्बोनेट–पालाशकर्वित) हा क्षार प्राचीनांस पूर्ण परिचित होता. चरक व सुश्रुत यांत यवापासून काढलेल्या क्षारालाच " यवक्षार " हा शब्द वापरलेला आहे. विल्सन व मॉनिअर विल्यम्स यांच्या संस्कृत–इंग्रजीकोशांत यवक्षार हा शब्द सोरमिठाच्या अर्थीं वापरला आहे तो चूक आहे. रॉथ आणि बोथलिंग यांनीं वैदिक कोशांत यवक्षाराचें भाषांतर बरोबर केलेलें आहे.

रसार्णवांत यवक्षार व सज्जीखार यांचा उल्लेख पुढें दिल्याप्रमाणें स्पष्ट आहे.

त्रिक्षाराष्टंकणक्षारो यवक्षारश्च सर्जिका ।
तिलापामार्ग कदली पलाश शिग्रु मोचकाः ।
मूलार्द्रकचिञ्चाश्चथा वृक्षक्षाराः प्रकीर्तिताः ।
[५.३५–३६].

सुश्रुतांत हे क्षार कसे काढावे याचें स्पष्ट वर्णन आहे. यापासून चुना घालून दाहक क्षार (कॉस्टिक) कसें करावें हेंहि तेथें सांगितलें आहे. एवढेंच नव्हे तर या दाहक क्षारांचा मांसनाशक धर्म त्यांस माहीत होता. सुश्रुतानें दुःखाच्या जागीं हा क्षार लावल्यास १०० अंकांत ती जागा जळाली पाहिजे असें स्पष्ट सांगितलें आहे. हा दाहक क्षार लोखंडाच्या भांड्यांत बंद करून ठेवावा या उल्लेखावरून हा उघडा राहिला असतां याजवर हवेचा परिणाम घडून त्याचा दाहकपणा कमी होतो याचें ज्ञान होतें हें उघड आहे.

सेंद्रिय अम्लें.—सेंद्रिय व खनिज अशीं दोन्ही प्रकारचीं अम्लें त्यांस माहीत होतीं. सेंद्रिय अम्लें हीं वनस्पतींत असतात एवढेंच नव्हे, तर त्यांत बलवत्तर कोणतीं व त्यांचे धर्म काय हेंहि प्राचीनांस माहीत होतें. रसरत्नसमुच्चयांतील १० व्या अध्यायांत सेंद्रिय अम्लें दिलीं आहेत तीं:

चांगेरी चणकाम्लंच अम्लिकं कोलदाडिमम् ।
अंबष्ठा तिन्तिडीकं च नारंगं रसपत्रिका ॥
करवंदं तथा चान्यदम्लवर्गः प्रकीर्तितः ।
चणकाम्लश्च सर्वेषामेक एव प्रशस्यते ॥
अम्लवेतसमेकंवा सर्वेषामुत्तमोतमम् ।
रसादीनां विशुध्यर्थं द्रावणे जारणे हितम् ॥
कोलदाडिमवृक्षाम्लचुलिकाचुक्रिकारसम् ॥
पंचाम्लकं समुद्दिष्टं तच्चोक्तं चाम्लपंचकम् ॥

याचा अर्थ असा कीं सर्व प्रकारच्या लिंबांत, तसेंच चुका, चाकवत इत्यादि शाखावर्गांत, डाळिंब, करवंद, चिंच, हरवरा, इ. पदार्थांत अम्लें असतात. यांत चणकाम्ल व अम्लवेतस हीं दोन अम्लें उत्तम असल्याचें सांगितलें आहे. या दोहोंपैकीं अम्लवेतस यास शतवेधी, सहस्रवेधी अशीं संस्कृत नांवें आहेत. यावरून चुक्यांतील अम्ल हें फार बलवत्तर अम्ल त्यांनीं ठरविलें होतें असें दिसतें. या अम्लांत रस (म्हणजे पारा) वगैरे धातूहि द्रवतात हें त्यांस माहीत होतें, हें उघड आहे. अप्रत्यक्ष रीतीनें हल्लींची सायट्रिक (जंबीराम्ल) टार्टरिक (द्राक्षाम्ल), ऑक्झॉलिक (काष्ठाम्ल) व इतर सेंद्रिय अम्लें त्यांस माहीत होतीं.

खनिज अम्लें.—खनिज अम्लाचा पहिला अप्रत्यक्ष रीतीनें उल्लेख शुक्रनीतींत पुढें दिल्याप्रमाणें आलेला आहे:

सुवर्चिलवणात् पंच पलानि गंधकात् पलं । ———
अन्तर्धूमविपक्वार्कस्नुह्याद्यङ्गारतः पलम् ॥ २०१ ॥

(यांतील सुवर्चि-सोरमीठ-पालाशनत्रित-पोटॅशमनायट्रेट.)

यानंतर रसार्णवांत, रसरत्नसमुच्चयादि ग्रंथांत सौराष्ट्री (तुरटी) व कासीस (हिराकस- लोहसगंधकित–फेरस सल्फेट) यांचें ऊर्ध्वपातन करण्याविषयीं सांगितलें आहे.

ज ल रा ज.—हें अम्ल काढून त्याचा द्रावक म्हणून उपयोग केल्याचा प्रत्यक्ष पुरावा नाहीं. तथापि रसार्णवादि सर्व ग्रंथांचा मुख्य भर " विड " यावर असल्याचें दिसतें. यांत अक्वा रेजिआ म्ह॰ जलराज तयार होतो म्हणूनच " विड " यास सर्वजारण असें म्हटलें आहे. रसार्णवांत एतद्विषयक उल्लेख येणें प्रमाणें आला आहे.

कासीसं सैन्धवं माक्षी सौवीरं व्योषगंधकं
सौवर्चलं व्योषकं च मालतीरससंभवः

शिग्रुमूलरसैः सिक्तो विडोयं सर्वजारणः॥ [९. २, ३].

विडामध्यें कासीस (हिराकस), सैन्धव (मीठ), गंधक व सौवर्चल (सोरमीठ) हे पदार्थ आहेत. यांत हिराकसाचें उष्णतेनें निर्जल पातन केलें म्हणजे गंधकाम्ल तयार होतें. त्याचें कार्य वरील मिश्रणांतील मीठ व सोरमीठ यांवर होऊन जलराज उत्पन्न होण्याचा संभव आहे, हें आधुनिक रसायनशास्त्रज्ञांस सांगण्याची जरूर नाहीं. यांत बहुतेक सर्व धातू विद्रुत होतात. या त्याच्या धर्मावरून हें ज्यापासून उत्पन्न होतें त्या विडास 'सर्वजारण' हें योग्य नांव दिलें आहे.

याशिवाय माधवाची रसकौमुदी, रसरत्नप्रदीप, गोविंददासाची भैषज्यरत्नावली यांत अम्लें तयार करण्याचा उल्लेख आला आहे. भैषज्यरत्नावलींत "महाद्रावक रस" या नांवाखालीं कांचेच्या वक्रपात्रांत तुरटी, कासीस (हिराकस) नवसागर, सौवर्चल (सोरमीठ) व टांकणखार यांच्या मिश्रणाचें पातन करण्याविषयीं सांगितलें आहे. या रीतीनें "जलराज" याचा सौम्यद्रव तयार होतो. याचा उपयोग प्लीहा व यकृत् यांच्या विकारावर करण्याविषयीं उल्लेख आले आहेत.

या वरील मिश्रणांत सैंधव व सिंधुक्षार मिश्र करून पातन करण्याविषयीं उल्लेख आहेत. या योगें शंखद्रव (शंखाचा द्रावक) तयार होतो.

"द्रावक" या शब्दाची योजनाच खनिज अम्लांचें कार्य करणाऱ्या पदार्थांचा बोध करण्याकरितां केलेली दिसते. प्राचीन ग्रंथांत हा शब्द धातूचा रस करण्याच्या अर्थीं वापरला आहे; परंतु खनिज अम्लांचा प्रत्यक्षपणें समावेश त्या शब्दाच्या अर्थांत केलेला दिसत नाहीं.

रायले, सर डब्ल्यु. ओ. शाघनेसि, एन्स्ली वगैरेंच्या मतें हिंदूंनां खनिज अम्लें तयार करण्याचें माहीत होतें. संस्कृत मूळ ग्रंथ न मिळाल्यानें एन्स्ली यानें तामिळ वैद्यांच्याच गंधकाम्ल, नत्राम्ल व उद्धराम्ल तयार करण्याच्या रीती दिल्या आहेत. या रीती अशाः

गं ध का म्ल.–"तामिळ वैद्य आपण करतों त्याच प्रमाणें बहुतेक–म्हणजे भक्कम मृत्तिका पात्रांत थोडेंसें सोरमीठ व गंधक जाळून हा पदार्थ तयार करितात" शाघनेसि म्हणतो कीं गंधकाम्ल हें 'गंधकका अत्तर' या नांवानें हिंदू लोकांस पुष्कळ दिवसांपासून माहीत आहे. व दक्षिण हिंदुस्थानांत तें कैक शतकें तयार केलें जात आहे.

न त्रा म्ल.—(नायट्रिक ॲसिड) सोरमीठ २० भार व तुरटी १६ भार घेऊन त्यांवर चणकाम्लाचा द्रव घालून त्याचें तीव्र उष्णता लावून पातन करावें.

उ द्–ह रा म्ल.(हायड्रोक्लोरिक ॲसिड).—मीठ ८ भाग व तुरटी ६ भाग घेऊन त्यांत वरील प्रमाणेंच चणकाम्लाचा द्रव मिसळून पातन करावें.

अल्कोद विषें.–सुश्रुतानें विषांचे (१) स्थावर (उद्भिज्ज) (२) जंगम (प्राणिज) व (३) कृत्रिम–असे तीन वर्ग केले आहेत. यांशिवाय मुख्य विषें व उपविषें असे भेद आहेत.

मु ख्य वि षें.—शृंगिक, काळकूट, वत्सनाभ (बचनाग) व पित्त (प्राण्यांचें).

उ प वि षें.—लांगली, विष्टमुष्टी (कुचला) करवीरजटा, नलिका, कनक (धोतरा) व अर्क (रुई). उपविषांत "अफूचा" अंतर्भाव केलेला नाहीं हें लक्षांत ठेवण्यासारखें आहे.

व सा–चरबी.—ज्या प्राण्यांची चरबी उपयोगांत येत असे ते प्राणी म्हटले म्हणजे जंबूक, मंडूक, कच्छप (कांसव) कर्कोटक (खेंकडा), नर, अज, उष्ट्र, गर्दभ, मेष, महिष, शिशुमारी (एक जातीचा मासा), बैल, शूकर होत.

इतर वस्तु.—कल्प, अंजनें, लेप, केशनाशक साबण, शक्तिवर्धक औषधें, क्षारतैलें वगैरे अनेक पदार्थ करण्याचें प्राचीनांस ज्ञात होतें.

या शास्त्रावरील परिश्रमानें प्राप्त झालेलें ज्ञान.–हें ज्ञान द्यावयाचें म्हणजे भारतीयांस परिचित असलेल्या रासायनिक क्रिया व त्यांच्या रसायनशास्त्रविषयक समजुती यांचें परीक्षण केलें पाहिजे. यासाठीं प्रथम भारतीयांस कोणकोणत्या रासायनिक क्रिया परिचित होत्या तें सांगून नंतर त्यांच्या रसायनशास्त्रविषयक समजुतींकडे वळूं. एकंदर रासायनिक क्रियांत संस्कृतिसंवर्धनाच्या दृष्टीनें अत्यंत महत्वाच्या व मनुष्यजातीस बऱ्याच प्राचीनकाळापासून परिचित असलेल्या रासायनिक क्रिया म्हटल्या म्हणजे अशुद्ध स्थितींत असलेल्या खनिज धातूंपासून शुद्ध धातू पृथक् करणें ह्या होत.

प्राचीनांस परिचित क्रिया.—वैदिक काळांत सोनें व चांदी हीं नुसतीं माहितच होतीं असें नाहीं. तर त्यांचे तऱ्हेतऱ्हेचे दागिने करीत असत. प्राचीन काळांतील योद्धे चिलखतें व शिरस्त्राणें वापरीत असत. सोन्याचांदीशिवाय लोह, शिसें कथील इ० दुसऱ्या पुष्कळ धातू वेदकालीनांस माहीत होत्या असें शुक्लयजुर्वेदांतील 'हिरण्यंचमे, अयश्चमे, श्यामंचमे, लोहंचमे, सीसंचमे, त्रपुच मे यज्ञेन कल्पताम् (१८.१३) यावरून सिद्ध होतें. छांदोग्य उपनिषद् (४.१७,७) यांत 'लवणेन सुवर्णं संदध्यात, सुवर्णेन रजतं, रजतेन त्रपु, त्रपुणा सीसं, सीसेन लोहं, लोहेन दारु, दारु चर्मणा' असा धातूंसंबंधीं उल्लेख आला आहे. अर्थात् यांपैकीं कांहीं धातूंच्या बाबतींत तरी अशुद्ध धातूपासून शुद्ध धातु तयार करण्याची क्रिया तत्कालीनांस अवगत असली पाहिजे.

वात्सायनाच्या कामसूत्रांत (१) सुवर्णरत्नपरीक्षा, (२) धातुवाद म्हणजे रसायण व खनिज शास्त्र, (३) मणिरागाकरज्ञानं—हिरेमाणकें वगैरेंस रंग देण्याचें व खाणींचें ज्ञान या गोष्टींचा चौसष्ट कलांत समावेश केला आहे. तसेंच शुक्रनीतिमध्यें (१) पाषाणांस व धातूंस छिद्रें पाडून त्यांचें

भस्म करणें, (२) धातु आणि वनस्पतिज पदार्थ यांचा संयोग करणें, (३) धातूंचें मिश्रण करून पितळेसारख्या मिश्र धातू करणें व त्यांचें पृथक्करण करणें व (४) क्षार काढणें यांचा कला म्हणून उल्लेख केला आहे. बाणकवीच्या सहचरांत धातुकर्मकार व धातुपरीक्षक असल्याचें आढळतें. संस्कृत वाङ्मयांत "लोहविद्" "धातुविद्" इ० शब्द वरचेवर आढळतात त्यावरून धातुकर्मकारांची चांगलीच चहा व किंमत होती असें दिसतें. वस्त्रें रंगविण्याची कलाहि पूर्णतेस गेली होती. पक्के रंग टायरिअन जांभळ्या रंगाप्रमाणें होते असें राय यांनीं म्हटलें आहे.

मिगॉस्थिनीझच्या मतें या भूमींत पूर्वी पुष्कळ प्रकारच्या धातूंच्या खाणी होत्या. कारण येथें सोनें, चांदी, तांबें व लोखंड हीं विपुल होतीं. कथील व दुसऱ्या धातू यांची नेहमीं वापरण्याचीं भांडीं, दागिने व युद्धोपयोगी हत्यारें करीत असत.

लोहसंशोधन.—प्राचीनांस लोखंड शुद्ध करण्याचें ज्ञान पूर्ण अवगत होतेंसें दिसतें. दिल्लीजवळील गुप्तकालीन लोहस्तंभाच्या तुकड्यांचें रासायनिक परीक्षण करून पाहतां तो शुद्ध लोखंडाचा असल्याचें आढळून आलें आहे. 'बेंगाल आयर्न वर्क्स कंपनी' ज्यांच्या नियंत्रणाखालीं कांहीं दिवस होती ते रिटर सेसिल व्हॉन श्वार्झ हे हिंदुस्थानांतील पूर्णतेस पोंचलेल्या लोहधातुशोधनाच्या धंद्यासंबंधानें पुढें दिल्याप्रमाणें म्हणतात.

"मूषिकातीक्ष्णलोह (पोलाद) तयार करणारास हें पूर्ण माहित आहे कीं—कांहीं कामाकरितां—मुख्यत्वें तरवारीच्या पात्याकरितां लागणाऱ्या पोलादास योग्य प्रमाणांत कठिणपणा आणणें हें कधीं कधीं फार जड जातें. नेहमींच्या रीतीनें—योग्य काठिण्य आणण्यासाठीं जें कर्बचें प्रमाण असावयास पाहिजे तेवढें कर्बचें प्रमाण सरासरीनें ज्यांत आहे असेच नमुने आधीं पसंत करून त्यांत पाहिजे आहे तेवढें काठिण्य आणण्याचा प्रयत्न करण्यांत येतो. हिंदु लोक हें कर्बचें प्रमाण पोलादांत आणण्याकरितां प्रथम त्यांत फाजील कर्ब घालीत व नंतर हा फाजील कर्ब हलके हलके काढून घेत. हें सर्व ते ताव देण्याच्या सावकाश रीतीनें करीत, त्यामुळें त्यांतून फाजील कर्बचें प्रमाण काढून घेणें हें त्यांच्या पूर्ण कह्यांत राही."

जस्ताचें संशोधन.—रसार्णव व रसरत्नसमुच्चय यांत दिलेल्या खुलासेवार वर्णनावरून प्राचीनांस खनिज द्रव्यापासून जस्त काढतां येत होतें असें दिसतें. रसरत्नसमुच्चयांत जस्त तयार करण्याची पुढें दिल्याप्रमाणें रीति दिली आहे:—खर्परीला चवथा हिस्सा हरिद्रा, त्रिफळा, राळे, मीठ, धूम (काजळ?) टंकण अरुष्कर (सेमी कार्पस अनाकार्डिअम्?) व अम्लें यांनीं मर्दन करावें. याच मिश्रणानें वृंताक मूषेला (उंच मानेच्या मुशीस आंतून लेप करून उन्हांत) वाळवावी व नंतर तिजवर दुसरी मूषा पालथी घालून तिला पक्क करावी. खर्परी वितळल्यावर तींतून "नीलवर्ण" ज्वाला निघून पुढें ती "सित" झाली म्हणजे चिमटयानें मुशीचें तोंड खालीं करून ती बाहेर काढावी—व नाळ भंग पावणार नाहीं अशा रीतीनें जमिनीवर पालथी करावी. म्हणजे वंगाच्या तेजाचें सत्त्व निघेल असें मूळांत म्हटलें आहे.

हिच्याच पुढच्या सुधारलेल्या पद्धतींत खर्परीचें चूर्ण करून तिच्या लाख, गुडासुरी (काकवी), टंकण वगैरेमध्यें गोळ्या कराव्या. नंतर पाण्यानें भरलेलें भांडें कोष्ठीक यंत्राच्या आंत ठेऊन त्यावर तळाशीं बारीक छिद्र पाडलेलें उथळ पात्र ठेवावें व त्यावर मुशींत वरील गोळ्या भरून ती पालथी ठेवावी. या यंत्राला चांगली आंच लावून तीव्र उष्णता दिली म्हणजे सत्त्व पाण्यांत पडेल.

सुश्रुताच्या काळापासून रसरत्नसमुच्चयाच्या काळापर्यंत सहाच धातू मानल्या असून, रसरत्नसमुच्चयांत कांसें सोनें, रुपें, तांबें, शिसें, लोह, कथील व पितळ या कृत्रिम धातू आहेत असें स्पष्ट म्हटलें आहे [१०. ७०]. सारांश या ग्रंथांत जस्ताचा उल्लेख शुद्ध किंवा कृत्रिम यांपैकीं कोणत्याहि प्रकारची धातु म्हणून केलेला नाहीं. तथापि मदनपाल राजाच्या नांवावरील वैद्यकीय कोशांत (इ. स. १३७४) जस्त हें जसद या नांवानें निराळी धातु असल्याचें स्पष्ट सांगितलें आहे.

डायास्कॉरिडीझ व प्लिनी, मध्ययुगीन किमयागार, बासिल-व्हॅलेन्टाइन, पॅरासेल्सस वगैरे पाश्चात्यांस जस्ताविषयीं अस्पष्ट व संशयात्मक ज्ञान होतें. "लिबेव्हिअस[?] यानें प्रथम जस्ताच्या धर्मांची परीक्षा केली. परंतु त्यास तें खर्परीपासून काढतात हें माहीत नव्हतें. तो म्हणतो कीं हिंदुस्थानांत कलीम नांवाचें एक विशेष प्रकारचें कथील सांपडतें. हें हॉलंडमध्यें नेलें होतें त्यापैकीं कांहीं त्याच्या हातांत पडलें होतें. [रास्को अँड शॉर्लिमे].

ताम्रसंशोधन.—डायस्कारिडीझ व प्लीनी यांच्या लेखांवरून पुरातन ग्रीक व रोमन यांनां तुत्थ (ताम्रगंधकित-मोरचूत) आणि कासीस (लोहसगंधकित-हिराकस) यांमधील भेद माहीत नव्हतासें दिसतें. परंतु "आर्यवैद्यकांत" तसा घोंटाळा नाहीं. चरक व सुश्रुत या ग्रंथांत तुत्थ व कासीस यांचा एकाच ठिकाणीं उल्लेख आलेला आढळतो यावरून हें स्पष्ट होतें 'तुत्थाचें' सत्त्व ताम्र होतें हा रसरत्नसमुच्चयांतील (२.१३५) उल्लेख ऐतिहासिक दृष्टया महत्त्वाचा आहे. रसार्णवांतहि उल्लेख आहे, पण तो ओझरता आहे. भावप्रकाशांत 'तुत्थ ही ताम्राची उपधातु आहे—कारण ती ताम्रापासून बनली आहे,' असें म्हटलें आहे. रसार्णवापासून पुढें तुत्थाच्या सत्त्वाचें ज्ञान वाढत गेलें.

हल्लीं बंगाल्यांत सिंगभूम परगण्यांत तांबें गाळण्याचे कारखाने आहेत उपलब्ध पुराव्यावरून तांब्याच्या किलेक खाणी

सुमारें २००० वर्षांपूर्वी जैन लोकांनीं सुरू केल्या होत्या असें दिसतें.

याशिवाय 'वॉल्स एकॉनमिक जिआलाजी ऑफ इंडिया' नामक ग्रंथांत प्राचीन भारतीय ताम्र संशोधनासंबंधीं पुढें दिल्याप्रमाणें माहिती आली आहे.

हिंदुस्थानांत राजपुताना, अजमीर, अलवार, भरतपूर, जयपूर, उदेपूर, बुंदी, बिकानेर वगैरे पुष्कळ ठिकाणीं तांब्याच्या खाणी आहेत. अलवारांत दारिबो येथें व जयपुरांतील सिंघण व खेत्री येथें तांबें गाळण्याचे मोठमोठे कारखाने होते. येथील तांबें गाळण्याच्या कृतीचें वर्णन मेजर कॅडेल व कॅप्टन वाइलकन यांनीं केलेलें आहे तें असें: "खाणींतून काढलेले तांब्याचे दगड दगडी ऐरणीवर ठेवून ते आठदहा शेर वजनाच्या लोखंडी हातोड्यानें कुटतात. चांगला बारीक चूर झाला म्हणजे शेण घालून व चांगलें मळून त्याचे गोळे करतात. गोळे हवेवर वाळले म्हणजे ते भाजतात. नंतर तांबें गाळण्याच्या भट्टींत घालून गाळतात. या भट्या तांबें गाळणारे लोकच स्वतः तयार करतात. साधी वाळू जमिनीवर सारखी पसरून तिच्या मध्यभागीं १२–१५ इंच व्यासाचा व २–३ इंच खोलीचा खळगा करतात. यांत बारीक रेती व तीवर चाळलेली राख–गळलेलें तांबें खालीं वाळूंत मिसळूं नये म्हणून–घालतात. या खळग्याच्या दोन बाजूला समोरासमोर मातीच्या भाता फुंकण्याच्या दोन नळ्या बसवून तिसरी या दोहोंच्या मध्यें बसवितात. चौथी बाजू रसाकरितां मोकळी ठेवतात. या तिन्ही नळ्या नंतर चिखलानें जोडून त्यावर वाटोळा कांहीं इंच उंचीचा घेर करतात. यावर आगमातीच्या (फायरक्ले) तीन कंकणाकार मुशी ठेवतात. प्रत्येक मुशीचा बाहेरील व्यास १५ इंच असून उंची १० इंच व जाडी तीन इंच असते. या मुशी पुन्हां पुन्हां उपयोगांत आणतात. परंतु खालील जो भाग असतो तो प्रत्येक भट्टीनंतर पुन्हां तयार करतात. भाते बकऱ्याच्या सबंध कातड्याचे असून ते भट्टींत बसविलेल्या मातीच्या नळ्यांनां जोडितात. हे भाते गाळणाराच्या कुटुंबांतील माणसें चालवितात. भट्टींतील चिखलकाम थोड्या उष्णतेनें वाळविल्यावर तींत कोळसे, भाजलेले तांब्याच्या दगडाचे गोळे व लोखंडाची मळी (आयर्न स्लॅग) घालतात.

"भट्टी आठ नऊ तास चालते. एका भट्टीला सरासरी तीन मण कोळसे, अडीच मण भाजलेले तांब्याचे दगड व दोन मण लोखंडाची मळी लागते. गळलेलें तांबें दुसऱ्या दिवशीं काढून तें पुन्हां गाळून शुद्ध करतात; व त्याच्या कांबी, विटा वगैरे पाडतात.

"दारिबो येथील तांब्याच्या निपजाची बारा वर्षांची सरासरी पाहतां दरसालची निपज ९५–९६ मण होती असें दिसतें परंतु तांबें पाश्चात्य देशांतून आयात होऊं लागल्यापासून ही निपज कमी कमी होत चालली आहे."

"बंगालमधील उपर्युक्त ग्रंथांत आणखी कित्येक पदार्थ तयार करण्याची जी माहिती सांपडते ती खालीं देत आहों.

मोरचूत, तुरटी व हिराकस.—फार पुरातन कालापासून सुरत हें तुरटीच्या मातीकरितां प्रसिद्ध आहे. सुश्रुतांत तुरटीला सौराष्ट्री हें नांव असून अमरसिंहानें इ० स० ४००—६०० च्या केलेल्या कोशांत तुरटीला सुराष्ट्रजा हें नांव दिलें आहे. रसरत्नसमुच्चयांतहि हेंच नांव आहे.

तुरटीचे दगड शहाबाद येथें, राजपुतान्यांत, कच्छमध्यें व बहार प्रांतांत पुष्कळ सांपडतात. शिवाय भूगर्भाच्या तृतीय युगीन खडकाच्या थरांतहि ते बरेच आढळतात. तुरटीच्या दगडाचे खडक विंध्यपर्वताच्या ज्या कैमूर शाखा आहेत त्यांतील विजिगड नांवाच्या खडकाखालीं येतात. राजपुताना, खेत्री, व सिंघण वगैरे ठिकाणीं जेथें तांब्याच्या खाणी आहेत तेथें मोरचूत, तुरटी, व हिराकस हीं मोठ्या प्रमाणावर तयार होतात. हे पदार्थ तयार करण्याची रीति कर्नल ब्रूक यांनीं खुलासेवार आकृतिसह दिली आहे. इ० स० १८६४ सालीं खेत्री येथें वीस व सिंघण येथें चाळीस कारखाने होते. येथें प्रचलित असलेल्या रीतीचें खालीं दिग्दर्शन करीत आहों.

खाणींतून निघालेल्या दगडांचा (यांत हे वरील क्षार असतात.) चुरा करून आधींच्या अवशेषावरील आलेल्या फुलासह मातीच्या घागरींत घालून त्यावर पाणी घालतात. या घागरी अवशिष्ट निरुपयोगी दगडांच्या ओटेवजा मोठमोठ्या पायऱ्या करून त्यांवर ठेवतात. प्रत्येक घागरींतील पाणी तीन वेळां बदलून एका घागरींतून दुसऱ्या घागरींत या प्रमाणें सात वेळां तें निरनिराळ्या घागरींतल्या दगडांतील क्षार शोषून अधिकाधिक गाढ होत जातें यानंतर तें थंड करावयास ठेवून त्यावर बारीक कामट्या आडव्या तिडव्या घालतात. या कामट्यांवर मोरचुताचे स्फटिक बनतात. अवशेष राहिलेला गाढ द्रव ओतून घेऊन तो पुन्हां उकळतात. यांत सोरमीठ घातलें म्हणजे पात्राच्या तळाशीं तुरटी बसते. बाकीचा जो अवशेष गाढ द्रव राहतो तो सूर्यतापानें आटविला ह्मणजे हिराकस निघतो.

कच्छामध्यें पूर्वींपासून तुरटीचे कारखाने असल्याचे पुष्कळ दाखले आहेत. यांपैकीं पहिला उल्लेख कॅप्टन मॅकमुर्डो यानें केला आहे. तो ह्मणतो कीं इ० स० १८१८ पूर्वी येथून कैक लाख मण तुरटी गुजराथ, मुंबई वगैरे ठिकाणीं रंगाकरितां गेली आहे. मि. विने यानें दिलेलें वर्णन अगदीं अलीकडील व सविस्तर असून ते म्हर (मढ) येथील कारखान्यांचें आहे. तो म्हणतो.

"येथें सांपडणारे तुरटीचे दगड खाणींतून काढले ह्मणजे चार महिने उन्हांत उघडे टाकतात. या योगें त्यांत असलेल्या माक्षिकाचें सावकाश पृथक्करण होऊन उष्णता उत्पन्न होते.

" नंतर याच मोठमोठे चौक (मिठागरांतील कुंड्यांप्रमाणें) करतात. त्यावर पाणी शिंपडतात, १२ दिवसांनीं ते कोरडे पडून त्यावर फुलारा धरूं लागतो. त्यास " फटकीका बीज " असें ह्मणतात. हा फुलारा मोठमोठ्या लोखंडी काहिलींतून उकळतात (काहिलीच्या आंतून चुन्याचें लुकण दिलेलें असतें) व त्यांत सोरमीठ घालतात. १५ भाग " फटकीकाबीज " असलें तर ६ भाग सोरमीठ असें हें प्रमाण असतें. हें तळीं बसलें म्हणजे काहिलींतील पाणी लहान मडक्यांत घालतात. मडक्यांचा आकार फुलझाडांच्या कुंड्यासारखा असतो. तीन दिवसांनीं तुरटीचे स्फटिक जमतात. हे स्फटिक पुनः एक दोन वेळां उकळतात. द्रव गाढ झाला ह्मणजे तो फुग्याच्या आकाराच्या लहान तोंडांच्या घागरींत भरतात. त्या घागरी फुटूं नयेत ह्मणून जमिनींत पुरलेल्या असतात. पांच दिवसांनीं तुरटीच्या स्फटिकाच्या ढेपा तयार होतात व ह्या घागरी फोडून सांठविण्यांत येतात.

म्हैरच्या उत्तरेस असलेल्या कढत पाण्याच्या झऱ्यापासूनहि तुरटी करतात. तुरटीच्या कामीं लागणारा सोराखार खेडेगांवांतील उकिरडे वगैरे ठिकाणची माती गाळून तयार करण्यांत येतो."

तुरटी तयार केल्यावर बाकी जो गाढ द्रव राहतो त्यापासून हिराकस तयार करण्यांत येते. हिला हाराकासीस वगैरे अनेक नांवें आहेत. "

रसकापूर.—रसकापूर (क्यालोमेल) म्हणजे पारा व क्लोरीन ह्मणजे हर यांचा संयुक्त पदार्थ हा प्राचीनांस नेहमींचा परिचित होता. आर्यरसविद्यापंडिताच्या मताप्रमाणें पारदभस्में हीं कृष्ण, रक्त, श्वेत व पीत अशीं चार प्रकारचीं आहेत. श्वेत भस्माला रसकापूर ह्मणतात. हा बहुतेक शुद्ध असतो १२व्या शतकापासून रसकापूराचा उपयोग औषधीदृष्ट्या होऊं लागला. याचा पहिला उल्लेख रसार्णवांत आलेला आहे.

त्यांत (१) कासीस, तुरटी, मीठ वगैरे पदार्थांचें मिश्रण पाऱ्याशीं केलें असतां रसकापूर होतो असा उल्लेख आहे. रसेन्द्रचिंतामणींतील वर्णन याहून अधिक स्पष्ट आहे. धुंधुकनाथ ह्मणतोः (२) एक भक्कम मृत्तिकापात्र घ्यावें, त्याचा चतुर्थांश भाग मिठानें भरावा. त्यावर विटकरीचें चूर्ण, तुरटी व मीठ यांचें मिश्रण घालावें. नंतर पारा कोरफडीच्या रसांत मर्दन करून त्यांत वरील मिश्रण पाऱ्याच्या वजनाइतकें घेऊन मर्दन करावें. हें सर्व मिश्रण मृत्तिकापात्रांत घालावें, व त्यावर पहिलें मिश्रण घालावें. एवढें झाल्यावर मृत्तिकापात्रावर दुसरें मडकें पालथें घालून तें चांगलें (कापडमात करून) घट्ट बसवावें, व त्याचें तीन दिवस विस्तवांत पाचन करावें. " रसेंद्रसारसंग्रहांत अशी पुढें दिल्याप्रमाणें रीति दिली आहे. पारा पांशु क्षाराशीं म्ह० ओदभिदाशीं (यास रेह म्हणतात व यांत मीठ, सिंधुगंधकित, सोडिअम सल्फेट व मग्नगंधकित, सैंधवसगंधकेत यांचें मिश्रण असतें) निवडुंगाचा रस घालून मर्दन करावा. हें मिश्रण लोखंडी कुपींत घालून ती खडू (खटिका) नें बंद करावी. ही कुपी मिठांत ठेवून तीस एक दिवस उष्णता द्यावी. इ० स० १५०० मध्यें लिहिलेल्या भावप्रकाशांत रसकापुराचा उपयोग फिरंग रोगावर सांगून तो तयार करण्याची रीत दिली आहे ती अशीः—

" शुद्धपारा, गेरिका, विटकरीचें चूर्ण, खटिका (खडू) स्फटिका (तुरटी), मीठ, वारुळाची माती, क्षारलवण (अशुद्ध ओदभिद) भांडरंजक मृत्तिका (मडक्यांस रंगविण्याची लाल माती) हे पदार्थ समभाग घेऊन मर्दन करावें व वस्त्रगाळ करून मृत्तिकापात्रांत घालावें. नंतर दुसरें एक पात्र त्यावर पालथें घालावें. ही मडकीं चांगलीं कापडमात करावीं व नंतर तीं अग्नींत ठेवून चार दिवस पक्क करावीं. तोंडावर पालथ्या घातलेल्या मडक्यांत रसकापूर येईल "

रसेंद्रचिंतामणि व भावप्रकाश यांच्या रीती राय यांनीं अजमावून पाहिल्या आहेत. ते लिहितात " तुरटी, मीठ व विटकरीचें चूर्ण यांत पारा मर्दन करून एका भक्कम बाटलींत घातला. ही बाटली चांगली कापडमात करून वालुकायंत्रांत ठेवून तीन तास उष्णता दिली. तेव्हां या रीतीनें रसकापूर व पारद हरिद [मरक्युरिकक्लोराइड] यांचें मिश्रण उडून आलें. दुसऱ्या प्रयोगांत विटकरीचें चूर्ण गाळून प्रयोग केला. त्यावेळीं शुद्ध रसकापूर (पारदसहरिद) आला. पण यांत पारा उडून जाऊन त्याचा अपव्यय होतो. व रसकापुराचें प्रमाण कमी पडतें. या प्रयोगांवरून असें दिसून येईल, कीं मीठ साधें खाण्याचें व तुरटी [किंवा हिराकस] यांच्या या मिश्रणाच्या अंगीं पाऱ्याचा रसकापूर करण्याचें सामर्थ्य आहे. परंतु त्यांत विटकरीचें चूर्ण घातलें असतां हरीकरणा [क्लोरिनेशन] ची क्रिया वाढते व यामुळें पारद हरिद [मर्क्युरिक क्लोराइड] उत्पन्न होतो. परंतु मंद उष्णता लाविली असतां हा अशुद्धपणा टाळतां येण्यासारखा आहे. ":

प्राचीन रसायनांचें आधुनिकरीत्या परीक्षण.—

कज्जली [रसपर्पटी], पर्पटीताम्र [ताम्रसगंधकिद—क्युप्रस सल्फाइड] व रसकापूर [पारदस हरिद] या आर्यवैद्यक पद्धतीनें केलेल्या रसायणांचें आधुनिक रीतीनीं रासायनिक परीक्षण राय यांनीं केलें आहे त्यावरून या रसायनांच्या शुद्धतेची कल्पना होण्यासारखी आहे.

क ज्ज ली.—ही ६४५ पल [ग्रॅम]भार घेऊन ती कर्बद्विगंधकिदांत [कारबन बाय सल्फाइड] विसिक्त [डायजेस्ट] केली. असंयुक्त गंधकाचें प्रमाण जवळजवळ शेंकडा ४४ आलें.

प र्प टी ता म्र.—०. ७०४ पल घेऊन त्यांत गंधक मिश्र केला. तें मिश्रण नालमूषिकेंत (रोज क्रूसिबलमध्यें) ठेवून उज्जवायूच्या वातावरणांत स्थिरभार (कॉन्स्टंटवेट) होईपर्यंत उष्ण केलें. तेव्हां तें ०. ६९७पल भरलें. यावरून हें उघड होतें कीं हें रसायन बहुतेक शुद्ध ताम्रस गंधकिद आहे.

र स का पू र.—याचे डॉ. राय यांनीं पांच बाजारी नमुने तपासले. बाष्पजलानें शोषण करून आलेल्या गलना (फिल्ट्रेट) वर उज्जगंधकिदाची (हायड्रोजन सल्फाइड)ची क्रिया केली. गलनास अंशमात्र पिंगटपणा (फेंट ब्राऊन कलरेशन) आला. यावरून हे नमुने विषारी पारदहरिदाच्या (मरक्युरिक क्लोराइडच्या) अंशापासून अलिप्त होते हें उघड आहे. व यावरून प्राचीन पद्धतींतील कार्यशुद्धि लक्षांत येते.

रासायनिक समज.—आतां आपण भारतीयांचे रासायनिक समज काय होते तें पाहूं. रसायन याचा मूळ, अर्थ औषधी असा आहे म्हणून मागें सांगितलेंच आहे. अथर्ववेदांत अशा प्रकारच्या औषधांनां 'आयुष्याणि' हें नांव असून त्याचा अर्थ आरोग्य व दीर्घायुष्य देणाऱ्या औषधी असा होता. यासाठींच पुढें उत्तरकालीन संस्कृत वाङ्मयांत रसायनानि हा शब्द रूढ झाला असें प्रफुल्लचंद्र राय यांचें मत आहे.

मध्ययुगांत यूरोपमध्यें किमयेसंबंधीं ज्या कल्पना रूढ झाल्या त्यांचें बीज अथर्ववेदांत देखील अंशमात्रें करून दृग्गोचर झालेलें दिसतें. उदाहरणार्थ, प्रत्येक धातूंत कमी अधिक प्रमाणांत जीवसत्त्व असतें; लोहासारख्या हलक्या धातूंत तें अतिशय कमी प्रमाणांत असून सुवर्णासारख्या मौल्यवान धातूंत तें पुष्कळ प्रमाणांत असतें व त्याहून श्रेष्ठ मानल्या गेलेल्या परिसांत तर तें इतकें असतें कीं त्याच्या साहाय्यानें मनुष्यास अमरत्व प्राप्त करून घेतां येतें. अशा प्रकारच्या समजुती पाश्चात्यांत मध्ययुगांत रूढ होत्या. अथर्ववेदांतहि जादूटोण्यासंबंधींच्या कित्येक कल्पनांबरोबर सुवर्ण हें अमृत मानण्यांत येत होतें असें दर्शविणारे उल्लेख आढळून येतात.

ह्या अमरत्व प्राप्त करून देण्याऱ्या शक्तीचा उत्तरकालीन वाङ्मयांत पारदाच्या म्हणजे पाऱ्याच्या ठायीं आरोप केलेला आहे. पारद या शब्दाचीच व्युत्पत्ति रसार्णवांत "परमभक्त पारमार्थिक ध्येय साधण्याकरितां याचा उपयोग करतात म्हणून यास पारद म्हणतात" अशी दिली आहे. रसार्णवांतच दुसऱ्या एका ठिकाणीं शिवपार्वतीसंवादांत "अभ्रक हें तुझें व पारद हें माझें वीर्य असून त्यांच्या संयोगानें दारिद्र्य व मृत्यु यांचा नाश होतो असें म्हटलें आहे." "मूर्च्छित पारदापासून रोग बरे होतात व मृत पारद मृतास जिवंत करतो" अशा कल्पना व्यक्त झाल्या आहेत.

प्रफुल्लचंद्र राय म्हणतात कीं अशा रीतीनें रसशास्त्र अस्तित्वांत येऊन पुढें तेंच "रसायन" या नांवानें प्रसिद्ध झालें. ज्याप्रमाणें मध्ययुगांत यूरोपमध्यें कित्येक किमयाशास्त्रज्ञांनीं परिसाचा उपयोग करून आपणास दीर्घायू करून घेतलें होतें असा समज रूढ होता, त्याचप्रमाणें हिंदुस्थानांतहि कित्येक जण पाऱ्याचा उपयोग करून दीर्घायू झाल्याचीं उदाहरणें उल्लेखिलेलीं आढळतात. पुढें दिलेला उतारा यूल्स मार्को पोलो (पु०२पृ.३००) मधील आहे. "(हिंदू) योगी नांवाचे लोक—वास्तविक हे अब्राह्मण असून त्यांचा एक स्वतंत्र पंथच आहे—फार दिवस जगतात. यांच्यापैकीं प्रत्येक इसम दीडशें दोनशें वर्षें जगतो. त्यांचा आहार फार अल्प आहे....हे लोक एक चमत्कारिक तऱ्हेचें पेय वापरतात. हे रस म्हणजे पारा गंधक मिश्रित करून त्याचें एक पेय तयार करतात, व तें महिन्यांतून दोन वेळां प्राशन करितात. 'यामुळें आम्हांस दीर्घायुष्य प्राप्त होतें व हें आम्हीं लहानपणा पासून घेत आलों आहों.' असें ते सांगतात."

अलबेरुणी यानें यासंबंधीं आपलें मत लिहून ठेविलें आहे. तो लिहितो....त्यांच्यांत (हिंदूलोकांत) किमयेसमान एक विशेष शास्त्र आहे. त्यास ते रसायण म्हणतात. हें शास्त्र म्हणजे वनस्पति औषधी व इतर द्रव्यें यांची विशेष रीतीनें एकत्र क्रिया करण्याचें शास्त्र आहे. त्यापासून हताश झालेले रोगी चांगले सशक्त होतात, वृद्ध तरुण होतात व वृद्धावस्थेनें पिकलेले केस काळे होतात. चेतनारहित झालेलीं इंद्रियें चेतनायुक्त होतात, पुरुषत्व येतें, व दीर्घायुष्यहि प्राप्त होतें. आणि कां होऊं नये? आम्ही पतंजलीच्या आधारें रसायन हा मोक्षाचा मार्ग आहे असें सांगितलें नाहीं काय? या गोष्टींवर विश्वास ठेवणारा कोणता मनुष्य, मूर्खपणानें हर्षभरित होऊन, अशी अजब कला शोधून काढणाराविषयीं आपला आदर व्यक्त करण्याकरितां अत्यंत आवडत्या पदार्थाचा आपल्या तोंडचा घास काढून त्यांच्या तोंडांत घालणार नाहीं! [साचोचें भाषांतर भा. १ पृ. १८७-८८].

हुएन्त्संग लिहितो "नागार्जुनानें एक रसायन केलें होतें व त्या योगें त्यानें पुष्कळांनां दीर्घायुष्य दिलें. शातवाहन [?] राजानें हें रसायन घेतलें होतें". याच ग्रंथांत पृ. २१६ वर "नागार्जुनानें दैविक व अपूर्व असा अर्क काढून त्यापासून सर्व मोठ्या पाषाणांचें सोनें केलें होतें" असा उल्लेख आला आहे.

उपर्युक्त उताऱ्यांवरून हुएनत्संगच्या काळींच हिंदुस्थानांत हलक्या धातूपासून सोनें तयार करण्यासंबंधींच्या किमयाविषयक कल्पना रूढ होत्या हें स्पष्ट होतें.

भस्में व त्यांचें सत्य स्वरूप.— हीं रसायनें चरक आणि सुश्रुत यांच्या कालापासून उपयोगांत असून तीं भस्में या नांवानें प्रख्यात होतीं. भस्में हे संयुक्त पदार्थ असून त्यांचे घटक तीं तयार करण्याच्या रीतीप्रमाणें भिन्न भिन्न असतात. कांहीं भस्में धातूंचीं प्राणिदें (आक्सॉइडस) व गंधकिदें (सल्फाइड्स) असून कधीं कधीं तीं हरिदें व प्राणहरिदें (ऑक्सिक्लोराइड्स) असतात. पाऱ्याचीं चार प्रकारचीं भस्में-कृष्णभस्म, रक्तभस्म, श्वेतभस्म व पीतभस्म अशीं सांगितलीं आहेत. यांपैकीं पीतभस्माचे काय घटक

आहेत व तो कोणता पदार्थ आहे याचा उलगडा आधुनिक रसायनशास्त्राच्या दृष्टीनें होऊं शकत नाहीं.

कृष्णभस्मास कज्जली व रसपर्पटी अशीं दुसरीं नांवें आहेत. गंधक व पारा हीं एकत्र संमिश्र केलीं म्हणजे कज्जली तयार होते. कज्जली मध किंवा घृत यासारख्या पातळ पदार्थांत कालवून जें मिश्रण तयार होतें त्यास रसपंक, रसपानक, किंवा रसामृत म्हणतात.

कज्जलीमध्यें गंधक मिश्र करून त्या मिश्रणाचें ऊर्ध्वपातन केलें म्हणजे रक्तभस्म, रससिंदूर, स्वर्णसिंदूर किंवा मकरध्वज तयार होतो.

कृष्णभस्म व रक्तभस्म हीं दोन्ही भस्में पाऱ्याचीं गंधकिदें आहेत.

श्वेतभस्माला रसकापूर म्हणतात. तुरटी व मीठ यांच्या मिश्रणांत पारा मर्दन करून त्या मिश्रणाचें ऊर्ध्वपातन केलें म्हणजे रसकापूर (कॅलोमेल) तयार होतो. हें भस्म पारदाचें हरिद (मरक्युरस क्लोराइड) आहे.

कांहीं प्रसंगीं भस्में संयुक्त पदार्थ नसून धातूच मूलरूपांत म्हणजे असंयुक्त स्थितींत असतात. ही धातु सूक्ष्म रजोरूपांत असल्यानें त्या धातूचें मूळचे वैधेयिक धर्म, वर्ण व तेज वगैरे गेलेलें असतें इतकेंच. उदाहरणार्थ, रसरत्नाकरांत. नित्यनाथानें सुवर्णभस्म व रजतभस्म करण्याची रीति दिली आहे ती अशीः-" सोन्याचा वर्ख घेऊन तो चौपट पारदभस्मा (गंधकिदा)नें संमर्द करून त्याचें अंधमूषेंत ऊर्ध्वपातन करावें. याप्रमाणें आठ वेळां करावें म्हणजे सुवर्णभस्म होतें. " हें सुवर्णभस्म संयुक्त पदार्थ नसून मूल सुवर्णधातूच सूक्ष्म रजोरूपांत असते. मकरध्वज तयार करण्याकरितां कोणी कोणी सुवर्णाचा उपयोग करतात. त्यांत ऊर्ध्व पातनानें पारदाचें रक्त भस्म उडविल्यावर तळाशीं जें सुवर्ण रहातें तें सुद्धां वर सांगितल्याप्रमाणें सूक्ष्म रजोरूपांत असणारें असंयुक्त सुवर्णच असतें.

पक्क भस्म ओळखण्याच्या कसोट्या.—आर्यवैद्यांचा मुख्य उद्देश धातूंचीं भस्में करण्याचा असल्यानें भस्म कच्चें झालें कां पक्क झालें याची परीक्षा करण्याकरितां त्यांनीं परीक्षाहि बसविल्या आहेत. रसरत्नाकरांत पाऱ्याचें भस्म पक्क झाल्याची परीक्षा दिली आहे ती अशी " पाऱ्याचें भस्म मंदाग्नीवर तीन तास उष्ण करावें. त्याचें वजन जर कायम राहिलें तर तें भस्म पक्क झालें असें समजावें. कारण परीक्षण करावयाच्या भस्मांत भस्मरूप न पावलेला पाऱ्याचा अंश असला तर तो उडून जाऊन भस्माचें वजन कमी होतें.

लोह भस्माची परीक्षा सांगितली आहे ती अशीः— " पक्क लोहभस्म पाण्यावर तरतें. तें आंगठा व तर्जनी यांनीं चोळलें असतां त्यांच्या रेषांत शिरतें. भस्मावर धान्याचे कण ठेवले असतां ते हंसाप्रमाणें पोहतात. "

रसार्णवांत भस्माच्या कामीं यंत्राची माहिती वर्णन करीत असतांना " औषधी न वापरतां नुसत्या यंत्रानेंच रसाचें भस्म करतां येतें " असा उल्लेख केला आहे तो महत्त्वाचा आहे. त्यावरून पारदाचें रक्त प्राणिद [रेड ऑक्साइड] तयार करण्याचें ज्ञान आर्यवैद्यास होतें, असें सूचित होतें.

सोमल, पारा व लोह.—उदयचन्द्र दत्त म्हणतात कीं, आर्यवैद्यांनीं सोमल, पारा, लोह इ० जालीम औषधांचा उपयोग, त्यांच्या सभोंवतालचे राजाश्रय असलेले मुसुलमान हकीम तो निषिद्ध मानीत असतां देखील राजरोसपणें व योग्य रीतीनें चालू ठेवला, यावरून त्यांचें धाष्टर्य व कल्पकता दिसून येते."

या पदार्थांच्या उपयोगाविषयीं तत्कालीन मुसुलमान हकीमांचीं मतें पुढें दिलेल्या उताऱ्यावरून स्पष्ट समजतातः

" सुबुखार म्हणजे पांढरा सोमल—याच्या संखिया, गोदन्त, दर्म, हळदिया वगैरे सहा जाती आहेत. युनानी हकीम यांचा औषधांत कधींहि उपयोग करीत नाहींत कारण त्यांची अशी समजूत आहे कीं हे सर्व पदार्थ अपायकारक आहेत. परंतु हिंदू वैद्य असें मानतात कीं दुसऱ्या सौम्य धातुभस्मापेक्षां हीं औषधें पुष्कळ रोगांवर अधिक गुणकारी आहेत. मी हीं औषधें पोटांत क्वचितच देतों. तथापि मी त्यांचा उपयोग बाह्योपचारांत करतों, व युनानी औषधांनीं ज्यांस गुण आला नाहीं अशा थोड्या मित्रांस मी हीं औषधें कामोद्दीपकें म्हणून देतों. हीं औषधें जितकीं कमी उपयोगांत आणतां येतील तितकें चांगलें.

"पारा व त्याचीं भस्में यांचा उपयोग सर्वसाधारणरीतीनें सर्व हिंदुस्थानांत करण्यांत येतो. पाऱ्याचीं भस्में वापरतांना आपण फार खबरदारी घेतली पाहिजे कारण तीं क्वचितच पक्क असतात. त्यांत बहुधा पारा असंयुक्त स्थितींत शिल्लक राहत असल्यामुळें तीं फार घातुक होतात. "हिंदुस्थानांतील वैद्यलोक पारा ह्या वेहमीं वापरतात, परंतु माझें मत असें आहे कीं शक्य तोंपर्यंत याचा उपयोग करूं नये. [तालीफ शरीफचें भाषांतर—जॉन प्लेफेअर]

रसायनशास्त्रविषयक समजुती.—अणु व परमाणु, संयुक्त पदार्थ व मूलद्रव्यें साधें मिश्रण व रासायनिक संयोग, संयोग व पृथक्करण इत्यादि गोष्टी आधुनिक रसायनशास्त्रांत फार महत्त्वाच्या किंबहुना मूलाधारभूत समजल्या जातात. या गोष्टींसंबंधानें भारतीयांच्या कल्पना पुढीलप्रमाणें होत्याः—

अ णु व प र मा णु.—जो नित्य नसतो, व जो अविभाज्य नसतो म्हणजे विभागला जातो तो अणु होय. (नाणुनित्यता न निर्भागत्वम् प्रवचनभाष्य ५.८८); आणि ज्याच्यापासून अणु, व्द्यणुक, त्र्युणुक इत्यादि पुढील सर्व सृष्टि उत्पन्न होते व जो स्वतः नित्य, अविभाज्य असतो तो परमाणु होय अशी सांख्यमतानुसार कल्पना होती.

मिश्रणें, संयुक्त पदार्थ, मूलद्रव्यें यांसंबंधीं भारतीयांच्या समजुती राय यांनीं पुढें दिल्याप्रमाणें दिल्या आहेत. "अन्तर्घटनेच्या दृष्टीनें समूहाचे दोन वर्ग करण्यांत येत असत. एका वर्गांत ज्यांचे अणु एकमेकांशीं पूर्णपणें संयुक्त झालेले असतात अशा (अयुतसिद्धावयव) द्रव्यांचा समावेश होतो व दुसऱ्यांत एकमेकांशीं असंयुक्त परंतु एकत्रित असलेल्या अणूंचे जे समवाय असतात अशा (युतसिद्धावयव) द्रव्यांचा समावेश होतो.

" कोणताहि पदार्थ हा पहिल्या प्रकारचा समूह असून त्याचे मूलद्रव्य (भूत, भूतभेद किंवा भूतविकार) आणि संयुक्त पदार्थ (मिलितद्रव्य किंवा संहतभूतार्थ) असे दोन वर्ग पाडण्यांत येत असत. संयुक्त पदार्थांचे पुन्हां दोन भेद मानले जातः ज्यांचे अणू एकाच भूतवर्गांतील—म्ह० एकाच भूताच्या निरनिराळ्या विकारांपैकीं—असतात असे पदार्थ, व ज्यांचे अणू निरनिराळ्या भूतवर्गांतील मिळून झालेले असतात असे पदार्थ. पहिल्या प्रकारच्या पदार्थांत सजातीयसंयोग असतो. व दुसऱ्या प्रकारच्या पदार्थांत विजातीयसंयोग असतो. पहिल्या प्रकारांत सजातीय परमाणू एकमेकांकडे आकर्षिले जाऊन परस्परांशीं पूर्णपणें बद्ध झालेले असतात. विजातीय संयोगांत कोणत्या तरी एका भूतवर्गांतील परमाणु केन्द्रस्थानीं असून इतर भूतवर्गांतील परमाणू त्याच्या सभोंवतीं पहिल्यांच्या मानानें जरा स्वतंत्रपणेंच जोडले गेलेले असतात. केन्द्रस्थानीं असलेला परमाणु जें द्रव्य त्या पदार्थांत जास्त प्रमाणांत असतें त्याचाच असतो असें मात्र नाहीं.

रा सा य नि क सं यो ग व पृ थ क्क र ण.—दोन पदार्थांचा रासायनिक संयोग ही क्रिया भारतीयांस परिचित होतीसें दिसतें. कारण पारा व गंधक यांचा हिंगूळ करणें, पारा व सार्वे मीठ यांच्यापासून रसकापूर करणें वगैरे अनेक संयुक्त पदार्थ भारतीय रसायणवेत्ते तयार करीत असत. उलटपक्षीं, हिंगुळापासून पारा काढणें यासारख्या ज्या रासायनिक क्रिया ते करीत असत त्यांवरून त्यांचा रासायनिक पृथक्करणाच्या क्रियेशीं परिचय व्यक्त होतो.

प्राचीन संशोधनपद्धति.—संशोधनपद्धतींचे स्थूलमानानें दोन भेद करतां येतील. एक प्रयोगप्रधान व दुसरी अनुमानप्रधान. एखादा नवीन पदार्थ हातीं पडला असतां त्यांतील मूलद्रव्यें शोधून काढण्यासाठीं त्यास ज्वालेची, अम्लाची वगैरे कसोट्या लावून पाहाणें हें पहिल्या प्रकारच्या संशोधनपद्धतीचें उदाहरण म्हणून देतां येईल. उलटपक्षीं लाप्लासच्या तेजोमेघउपपत्तीचा दुसऱ्या प्रकारच्या संशोधनपद्धतींत अन्तर्भाव करतां येण्यासारखा आहे. तथापि या दोन्ही संशोधनपद्धती बऱ्याचशा परस्परावलम्बी आहेत. प्रयोगप्रधानसंशोधन बहुधा अनुमानप्रेरितच असतें, व केलेल्या प्रयोगांवरून शेवटीं तर्कशुद्ध अनुमानच काढावयाचें असतें. अनुमानप्रधान संशोधनाच्या मुळाशीं कित्येकदां अगोदर झालेले प्रयोगच असतात, किंवा ते तसे नसले तर सृष्टिरूपी निसर्गसिद्ध प्रयोगशाळेंतल्या चमत्कारांच्या निरीक्षणावरून हें संशोधन करावयाचें असतें. प्राचीन हिंदूंनीं पहिल्या प्रकारचें संशोधन मुळींच केलें नाहीं म्हटलें तरी चालेल. त्यांचें संशोधन मुख्यतः अनुमानप्रधानच असून हीं अनुमानें बहुशः यदृच्छया घडलेल्या रासायनिक क्रियांवरूनच काढलेलीं दिसतात. एखादी कल्पना शास्त्रीय सिद्धान्त बनण्यास तिजवरून एकंदर दृश्य प्रकारांची उपपत्ति लागली पाहिजे; (२) ती कल्पना दुसऱ्या एखाद्या शास्त्रीय सिद्धान्तास विरोधक होतां उपयोगी नाहीं; (३) ज्या ठिकाणीं दृष्ट कर्त्यावरून एखाद्या गोष्टीची उपपत्ति लागते त्या ठिकाणीं अदृष्टस्वीकार करावयाचा नाहीं; (४) ज्या वेळीं शास्त्रीय क्षेत्रांत दोन समबल कल्पना युग्ममान स्थितींत असतात त्या वेळीं खरा शास्त्रीय सिद्धान्त म्हणून म्हटल्या जाणाऱ्या कल्पनेंत कांहीं विशेष गमक असलें पाहिजे; (५) दोन समबल कल्पनांपैकीं जिच्यांत लाघव तीच मान्य होय; (६) दोन समबल कल्पनांपैकीं सहज सुचणारी कल्पना शास्त्रीय होय; वगैरे ज्या वात्स्यायनादि पंडितांनीं अनुमानासाठीं मर्यादा घालून दिल्या आहेत त्यांनां आधुनिक शास्त्रज्ञहि फारशी हरकत घेणार नाहीं. येथें आपणांस अनुमानप्रधान संशोधनाशीं कर्तव्य नाहीं. असलें संशोधन कमी अधिक प्रमाणांत मनुष्याच्या उत्पत्तीपासूनच चाललें आहे असें म्हणतां येईल. आपणांस ज्या गोष्टीचा प्रस्तुतस्थळीं विचार करावयाचा आहे ती प्रयोगप्रधान संशोधनपद्धति होय. शुद्ध स्थितींत हें संशोधन प्राचीन हिंदूंनां सर्वस्वीं अपरिचित होतें म्हणून वर सांगितलेंच आहे. प्राचीनांच्या संशोनपद्धतीचें ज्ञान करून घेण्याचा उत्तम मार्ग म्हटला म्हणजे त्यांचीं विद्यापीठें, रसशाळा, प्रायोगिक उपकरणें व रासायनिक द्रव्यांच्या परीक्षणासाठीं त्यांनीं ठरविलेल्या कसोट्या यांचें परीक्षण करणें हा होय. म्हणून यांपैकीं एकेक गोष्ट घेऊन त्यांची माहिती थोडक्यांत पुढें देत आहों.

वि द्या पी ठें.—इसवी सनाच्या ५ व्या शतकापासून ११ व्या शतकापर्यंतच्या कालांत भरतखंडांत पाटलिपुत्र, नालंदा, विक्रमशिला, उदंडपुर इत्यादि नगरांतील सुप्रसिद्ध बौद्ध मठांनां अनेक महाविद्यालयें जोडलेलीं असत, व या विद्यालयांतून निरनिराळ्या शास्त्रांचें शिक्षण घेण्याकरितां नाना ठिकाणचे लोक येत असत. या महाविद्यालयांमध्यें किमया, रसायण इत्यादि शास्त्रांचेंहि शिक्षण देण्याची चाल असे. नुसत्या हिंदुस्थानांतून नव्हे तर जगाच्या निरनिराळ्या भागांतून देखील फाहिआन सारखे लोक या ठिकाणीं येत असत.

र स शा ळा.—या विद्यापीठास जोडून किंवा स्वतंत्रपणें रसशाळा असून तेथें रसायणें तयार केलीं जात असत, असें दिसतें. रसरत्नाकर ग्रंथामध्यें रसायणें तयार करण्याची जागा कशी असावी याबद्दल विवेचन आलें आहे. ही रसशाळा ज्या ठिकाणीं विविध वनस्पतींची समृद्धि व पुष्कळ

विहिरी असतील, अशा प्रांतांत बांधावी. तीमध्यें निरनिराळीं शास्त्रोपकरणें ठेवावींत. पूर्व दिशेस रसभैरवाची स्थापना करावी, आग्नेयीस निरनिराळ्या पद्धतींच्या आंच देण्याच्या भट्या असाव्यात, नैर्ऋत्य दिशेला विविध प्रकारचा शस्त्रसंग्रह केलेला असावा, पश्चिमेस क्षालनादिकर्मांचें साहित्य, वायव्येस शोषणकर्मांचें साहित्य, उत्तरेस वेधकर्मांचीं उपकरणें असावींत. या जागीं रसायणकार्यास उपयुक्त अशा वस्तूंचा एक संग्रहहि पाहिजे. निरनिराळ्या द्रव्यांचे अर्क काढण्याकरितां निरनिराळीं कोष्टीपात्रें, जलद्रोणी, दोन भाते, उखळ, मुसळ, निरनिराळ्या बारीक चाळण्या, व अनेक प्रकारच्या मुसा, लोणारी कोळसे, गोवऱ्या, काचपात्रें, लोखंड, शंखशिंपले इत्यादि साहित्य जरूर असावें.

शास्त्रामध्यें ज्यावेळीं नवीन परिभाषेची जरूर पडत असे त्यावेळीं पूर्वीच्या शास्त्रग्रंथांवरून प्राचीन ग्रंथकारांच्या आधारानें ही परिभाषा ठरविली जात असे.

शास्त्रोपकरणें.—त्या वेळीं रसतंत्रामध्यें अनेक प्रकारचीं साधनें प्रयोगाकरितां उपयोगांत आणलीं जात असत. त्यांपैकीं सोमदेवानें प्राचीन ग्रंथांच्या व शास्त्रज्ञांच्या आधारें उल्लेखिलेलीं यंत्रें सुमारें ३१ आहेत. हीं यंत्रें अशीः—(१) दोलायंत्र, (२) स्वेदनीयंत्र, (३) पातनयंत्र, (४) अधःपातनयंत्र, (५) दीपिकायंत्र, (६) ढेकीयंत्र, (७) जारणायंत्र, (८) कच्छपयंत्र, (९) विद्याधरयंत्र, (१०) सोमानलयंत्र, (११) गर्भयंत्र, (१२) हंसपाकयंत्र, (१३) वालुकायंत्र, (१४) लवणयंत्र, (१५) नलिकायंत्र, (१६) भूधरयंत्र, (१७) पुटयंत्र, (१८) कोष्टीयंत्र (१९) जलाहार्ययंत्र, (२०) तिर्यक्पातनयंत्र, (२१) पालिकायंत्र, (२२) घटयंत्र, (२३) इष्टकायंत्र, (२४) हिंगुलाकृष्टि विद्याधर यंत्र, (२५) डमरुकयंत्र, (२६) नाभियंत्र, (२७) प्रस्तयंत्र, (२८) स्थालीयंत्र (२९) धूपयंत्र, (३०) कंदुक यंत्र व (३१) खल्वयंत्र. यांपैकीं बहुतेक यंत्रांची कल्पना आपल्या जुन्या पद्धतीच्या स्वयंपाकगृहांतील मोदकपात्रावरून करतां येण्यासारखी आहे. विशेषतः वर सांगितलेलें स्वेदनीयंत्र हें उत्तम उदाहरण आहे. या यंत्राची रचना म्हणजे एका भांड्यांत पाणी उकळत ठेवून त्याचें तोंड कापडानें बांधावयाचें व ज्या पदार्थाला वाफारा द्यावयाचा तो पदार्थ कापडावर ठेवून व त्यावर कांठाला कांठ जुळवून दुसरें भांडें पालथें घालून दोन्ही कांठांचीं तोंडें मातीनें पूर्ण बंद करावयाचीं. असें केलें असतां आंतील पदार्थास चांगला वाफारा मिळतो. पातनयंत्र, अधःपातनयंत्र, व तिर्यक्पातनयंत्र हीं यंत्रें अशींच असून यांपैकीं शेवटचें फार मौजेचें व आधुनिक रसायनशास्त्रांतल्या प्रायोगिक उपकरणांशीं जुळेल असें आहे. हें यंत्र म्हणजे रसायणें ठेवण्यासाठीं एक भांडें असतें, व त्या भांड्याला तिरपि अशी एक लांब नळी असून ती दुसऱ्या एका थंड पाण्यानें भरलेल्या भांड्यांत सोडलेली असते. या यंत्रांतील पहिल्या भांड्यास आंच लाविली कीं, दुसऱ्या भांड्यांत रसायण सिद्ध होतें. ढेकीयंत्र अशाच प्रकारचें असून तें पाऱ्याचें ऊर्ध्वपतन करण्याकरितां वापरतात; धूपयंत्राचा सोन्याच्या वर्खाची वाफ करण्याकडे उपयोग होतो.

शास्त्रीय कसोट्या—आधुनिक रसायनशास्त्रविषयक ग्रंथांतल्याप्रमाणें पूर्वीच्या भारतीय रसायनशास्त्रावरील ग्रंथांतहि धातु, अम्लें, क्षार, विषें वगैरे रासायनिक द्रव्यें ओळखण्याच्या कसोट्या दिलेल्या आढळतात. निरनिराळ्या धातु ओळखण्याची कसोटी ज्वालेचा रंग ही होती. उ० तांब्याच्या ज्वालेचा निळा, जस्ताच्या ज्वालेचा पारवा, शिशाच्या ज्वालेचा फिकट, लोखंडाच्या ज्वालेचा पिंगट, इत्यादि कसोट्या रसार्णव नामक ग्रंथांत दिलेल्या आहेत.

शुद्ध धातु कोणती आहे हें ओळखण्याची कसोटी याच ग्रंथांत आहे. ती येणेंप्रमाणेंः धातु मुशींत घालून पातळ केली असतां तिच्यांतून ठिणग्या उडत नाहींत, बुडबुडे येत नाहींत, कोणताहि आवाज निघत नाहीं, जिच्या पृष्ठ भागावर कसल्याहि रेषा उमटलेल्या नसतात आणि जिचा रस अगदीं रत्नासारखा शांत सौम्य दिसतो ती धातु शुद्ध समजावी असें सांगितलें आहे.

धातूंचीं रसायणें करण्याकरितां त्या प्रथम माराव्या लागत. कोणतीहि धातु पूर्ण मारिली गेली किंवा नाहीं हें ठरविण्याकरितां कसोटी ठरलेली असे. उ० पारा पूर्णपणें मारल्याबद्दलची कसोटी अशी आहे कीं, त्याचा द्रवपणा, चंचलता व तेजस्वीपणा मुळींच उरतां कामा नये, (रसार्णव ११.१९७ व १९८)

लोह मारण्याची कसोटी अशी दिली आहे कीं, तो रुप्याबरोबर एकत्र तापविला तरी त्यांत मिसळून त्याची एक मिश्र धातु बनत नाहीं.

शिवाय एकाच पदार्थाची परीक्षा करण्याच्या एकाहून अधिक कसोट्याहि कांहीं ग्रंथांत आहेत (रसरत्नसमुच्चय (८. २५ ते २९).

भारतीय प्रयोगाचा व तदनुमित निष्कर्षाचा मासला.—वर जी भारतीय विद्यापीठांची, रसशाळांची, उपकरणांची व रासायनिक कसोट्यांची माहिती दिली आहे तींत ज्यावरून त्यांच्या प्रायोगिक संशोधनपद्धतिसंबंधीं कांहीं सुगावा लागूं शकेल असें कांहींच आढळून येणार नाहीं. यासाठीं, उदयनानें आपल्या न्यायशास्त्रावरील किरणावलि नामक ग्रंथांत वायूला वजन नाहीं हें सिद्ध करतांना एका प्रयोगाचा उल्लेख केला आहे तो नमुन्यादाखल उद्धृत करून आम्हीं मोकळे होतों.

"एका पातळ चामड्याच्या फुग्यामध्यें हवा भरून ती तराजूच्या एका पारड्यांत ठेवला, तर हवा नसतांना पारडें जितकें खालीं जातें त्याहून अधिक खालीं जात नाहीं. अर्थात् हवेस वजन नसलें पाहिजे. यावर कोणी असा आक्षेप घेईल

कीं हा प्रयोग निर्णायक नाहीं—कारण याच्याविरुद्ध गोष्ट सिद्ध करणारा प्रयोग, सुचवितां येतो. उदाहरणार्थ, ज्यांत धूर भरला आहे असें यान हवेंत वर चढतें, पण हवा भरलेलें यान खालीं येतें. परंतु यावरून हवेस वजन आहे हें सिद्ध होत नसून हवा व धूर या दोहोंनांहि वजन नाहीं एवढेंच काय तें व्यक्त होतें ! ”

तथापि येथें एवढी एक गोष्ट नमूद करणें अवश्य आहे कीं ज्या प्रायोगिक :संशोधनपद्धतीचा आपणांस भारतीयांत अभाव आढळून येतो तिचा पाश्चात्यांतहि बराचसा अलीकडेच उदय झाला आहे. मध्ययुगाच्या अखेरपर्यंत (इ. स. १५००) रसायनशास्त्रासंबंधाची माहिती पाश्चात्यांपेक्षां तत्कालीन भारतीयांसच अधिक होती ही गोष्ट आतां पाश्चात्य लेखकहि कबूल करूं लागले आहेत.

भारतीय रसायन शास्त्रासंबंधीं आतापर्यंत जी माहिती दिली आहे तिजवरून असें दिसून येईल कीं, अप्रत्यक्ष रीतीनें भारतीयांस जंबीराम्ल (सायट्रिक ॲसिड), द्राक्षाम्ल (टार्टरिक ॲसिड), काष्ठाम्ल (ऑक्झॅलिक ॲसिड) वगैरे सेंद्रिय अम्लें व सर्वजारण उर्फ जलराज हा सर्वद्रावक द्रव ठाऊक होता. गंधकाम्ल, नत्राम्ल, उद्हराम्ल हीं निरिंद्रिय अम्लेंहि ते तयार करूं शकत होते. लोह, जस्त, ताम्र वगैरे पृथ्वीच्या पोटांत सांपडणाऱ्या असंशोधित धातूंचें संशोधन करण्याच्या क्रिया त्यांनां अवगत होत्या. ताम्रगंधकित, स्फटपालाशगंधकित, लोहसगंधकित, पारदस हरिद इत्यादि रासायनिक पदार्थ—ज्यांनां व्यवहारांत मोरचूत, तुरटी, हिराकस, रसकापूर वगैरे नांवें आहेत ते—तयार करण्याचे कारखाने प्राचीन काळापासून आपल्याकडे होते, व हे पदार्थ बऱ्याच शुद्ध स्थितींत निघत असत. आज रसायनशास्त्रज्ञ एखाद्या संयुक्त पदार्थांतील धातु ओळखण्याकरितां ज्वालेच्या कसोटीचा उपयोग करतात ती थोड्याबहुत प्रमाणांत आपल्याकडे पूर्वीपासून परिचित होतसें दिसतें. त्यांच्या धातुमारणाच्या किंवा भस्मीकरणाच्या क्रिया म्हणजे शुद्ध धातूंपासून त्यांचीं प्राणिदें, गंधकिदें, हरिदें वगैरे संयुक्त पदार्थ बनविण्याच्या रीतीच होत्या. तथापि आपल्या क्रियेंत विवक्षित धातु कोणत्या द्रव्याशीं संयोग पावते हें पाहण्याचा प्राचीनांनीं कधीं प्रयत्न केला नव्हता. आधुनिक रसायनशाळेंतील उपकरणांशीं सादृश्य असलेलें प्राचीनांच्या रसायनशाळेंतील उपकरण म्हटलें म्हणजे ऊर्ध्वपातन यंत्र होय. रसायनें तयार करण्यासाठीं ऊर्ध्वपातन करण्याची त्यांस वारंवार जरूर पडत असल्यामुळें हें यंत्र त्यांनीं बनविलें होतें.

पाश्चात्यांतलि प्राचीन रसायनशास्त्र.

ग्रीक कल्पना.—अत्यंत प्राचीन काळापासून रासायनिक क्रिया मनुष्यजातीच्या पहाण्यांत येत होत्या, यांत शंका नाहीं; कारण, फार प्राचीन काळींहि मिसरी लोकांनां अशुद्ध धातूपासून शुद्ध धातु तयार करणें, कातडीं कमावणें व रंगविणें या कला माहीत होत्या. तथापि त्या क्रियांतील शास्त्रीय तत्त्वें काय याबद्दल बिलकुल विचारप्रगति झाली नव्हती. वरील कला त्यांनां साध्य झाल्या त्या केवळ आकस्मिक रीतीनें घडलेल्या गोष्टी पाहूनच झाल्या. तसेंच जगाच्या उत्पत्तीसंबंधानें व रचनेसंबंधानेंहि विचार सुरू होऊन सृष्टींतील भौतिक मूलतत्त्वांबद्दल तार्किक मतें बनविण्याचें काम ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांनीं सुरू केलें, व त्यामुळें तत्त्वज्ञानाचे निरनिराळे संप्रदायहि उत्पन्न झाले. तथापि त्यांचीं मूलतत्त्वांविषयींची कल्पना हल्लींच्या मूलद्रव्याच्या कल्पनेहून अगदीं निराळी होती. त्यांनीं केलेलें वर्गीकरण सृष्टपदार्थांच्या केवळ बाह्य स्वरूपावरून किंवा गुणांवरून केलेलें होतें, त्यांच्या परस्पर रासायनिक संबंधानुसार केलेलें नव्हतें. उदाहरणार्थ, पृथ्वी, आप, तेज, वायु, आकाश असें पूर्वीचें वर्गीकरण असे. हल्लीं एका हवेंतच प्राणवायु, (ऑक्सिजन) उज्ज (हायड्रोजन), कर्ब (कार्बन) वगैरे मूलद्रव्यें असतात असें रसायनशास्त्र म्हणतें. तसेंच प्राचीन काळीं ग्रीकांनीं परमाणुवाद पुढें मांडला होता; परंतु डाल्टनची अणूची, परमाणूची कल्पना त्यांनां नव्हती.

आधुनिक रसायनशास्त्रदृष्ट्या प्राचीन ग्रीकांच्या कल्पना चुकीच्या असल्या, तरी एक गोष्ट सर्व प्राचीन विद्वानांनां पटलेली होती. ती ही कीं, सर्व जगाच्या मुळाशीं एकच तत्त्व आहे. हीच गोष्ट पुढें किमयाशास्त्राच्या उत्पत्तीस कारणीभुत झाली.

किमया:–या विषेस वस्तुतः शास्त्रामध्यें स्थान नाहीं. तथापि प्राचीन काळांतील मोठमोठ्या शास्त्रज्ञांनींहि तिचा पुरस्कार केला होता हें खोटें नाहीं. ज्या अर्थीं प्रत्यक्ष शास्त्रीय-शोध भरभराटींत असतांना व नूतनयुगाला प्रारंभ होण्याच्या सुमारास सुद्धां, अंधश्रद्धेमुळें, किंवा रूढीमुळें किमया ही शास्त्र म्हणून प्रचलित होती त्या अर्थीं,तिचा विचार करणें येथें कर्तव्य आहे. शिवाय हें अज्ञानमूलक शास्त्र पुढील रसायनशास्त्राचा आधारस्तंभच असल्या कारणानें त्या विषयीं चार शब्द लिहिणें जरूरीचें आहे.

किमयेचा मूल उगम.—पहिल्या प्रथम, किमयाशास्त्राचा अभ्यास कोठें व केव्हां सुरू झाला हें निश्चित सांगतां येत नाहीं. हें शास्त्र फार प्राचीन काळापासून अस्तित्वांत असून कदाचित् इजिप्त मधील लोकांनीं तें निर्माण केलें असावें परंतु या शास्त्राचा उत्कर्ष ८ व्या शतकापासून १८व्या शतकापर्यंत झाला. जुन्या करारामध्यें परिसासंबंधीं अद्भुत गोष्टी वर्णिल्या आहेत, त्या या शास्त्राला मूलभूत होत. किमयाशास्त्रज्ञांची अशी खात्री होती कीं, प्रलयप्राक्कालीन लोकांनां या दगडाविषयीं (परिसाविषयीं) पूर्ण ज्ञान होतें. त्याशिवाय हजारों वर्षें ते टिकून कसे राहिले असते? त्यांच्या मतें मोझेस हा अव्वल दर्जाचा किमयाशास्त्रज्ञ होता.

किमयागारांचा ढोंगीपणा.—परंतु या लोकांनांच फक्त किमयेची माहिती होती असें मानलें जात नसून कांहीं कांहीं मध्ययुगीन वृद्ध किमयाशास्त्रज्ञांनां देखील त्याबद्दलची माहिती होती अशी समजूत होती. उदाहरणार्थ, आलेडीलील हा ५० व्या वर्षी आजारी पडला असतांना, त्यानें हा अद्भुत-दगड शोधून काढून नंतर ६० वर्षें पर्यंत तो जिवंत राहिला. अशीं दुसरीं कित्येक उदाहरणें ते देत असत. एखादा वृद्ध किमयाशास्त्रज्ञ, आपण या अद्भुत दगडामुळेंच इतके दिवस जिवंत राहिलों असें म्हणत असे, किंवा एखादा तरुण किमयाशास्त्रज्ञ या गूढ दगडामुळेंच आपण शतकानुशतक तरुणच राहिलों आहों असें सांगत असे; व आश्चर्याची गोष्ट ही कीं यांच्यावर लोकांची श्रद्धाहि बसत असे. यामुळें आपली प्रसिद्धि वाढविण्यासाठीं कांहीं तोतये देखील आपण शास्त्रज्ञ आहोंत असा बहाणा करीत. १५व्या लुईच्या दरबारांतला काऊंट डी सेंट हा अशाच पैकीं एक प्रमुख तोतया असून त्याच्या मतांनां त्या काळीं फार मान मिळत असे. आपण या दगडामुळें २००० वर्षें सुखांत जिवंत राहिला आहों असें तो दडपून सांगत असे. कदाचित् लोकांनां संशयच आला, तर तो आपल्या लुच्च्या चाकराकडे बोट-दाखवीत असे; व तो चाकर आपल्या धन्याच्या बोलण्याला दुजोरा देत असे. सेन्ट जरमेनच्या थोडीं शतकें अगोदर तर या शास्त्रावर लोकांची विलक्षण श्रद्धा होती. त्या वेळेस कित्येकांनां हा दगड शोधून काढण्याचें वेडच लागलें होतें, व त्यासाठीं वाटेल त्या प्रकारचा त्रास सोसण्यास ते तयार असत. या शोधासाठीं कित्येक लोकांनीं घरादाराच्या राख-रांगोळ्या करून घेतल्या होत्या. अशा लोकांपैकीं तात्कालीन अत्यंत विद्वान् गृहस्थ आलबर्टस मॅग्नस यानें रॅटिस्बन येथील आपली धर्मगुरुची नोकरी या दगडाच्या शोधासाठीं सोडली-परंतु एवढ्यावर भागलें नाहीं तर हे लोक दुसरी वाटेल ती गोष्ट करण्यास मागें पुढें पहात नसत. मारेशाल डी रेझ हा परिसाचा शोध न लागल्यामुळें हताश झाला असतां, त्याला दुसऱ्या एका तोतयानें भुताखेतांशीं मैत्री केली असतां तुला तें साध्य होईल असें सांगितलें. ही मैत्री संपादण्यासाठीं आपल्या किल्ल्यावरून जितकीं लहान मुलें जातील तितक्यांनां धरून ठार करण्याचा त्यानें कित्येक दिवस उपक्रम चालू ठेविला होता. असें म्हणतात कीं, ही गोष्ट जेव्हां उघडकीस आली तेव्हां त्यानें अजमासें १०८ मुलें ठार मारलीं होतीं असें सिद्ध झालें.

अर्थातच पैशाची गरज भासणाऱ्या राजे लोकांनीं असल्या किमयाशास्त्रज्ञांनां आपल्या पदरीं ठेवण्याचा परिपाठ ठेवला असल्यास त्यांत नवल नाहीं. इंग्लंडमध्यें पहिल्या किंवा दुसऱ्या एडवर्डनें त्या वेळचा नामांकित किमयाशास्त्रज्ञ रेमंड ललि याला आपल्या पदरीं ठेवलें होतें, व त्यानें या दगडाच्या साहाय्यानें लोखंड, पारा व शिसें यांपासून साठ पौंड सोनें केलें असें म्हणतात. तसेंच २२ व्या जॉन नामक पोपनें आपला मित्र व गुरु अरनॉल्ड डी व्हिलनव्ह या किमयाशास्त्रज्ञापासून ही विद्या शिकून घेतली होती अशी एक दंतकथा आहे.

परिसाच्या शक्तीची कारणमीमांसा.—आधुनिक लोकांनां या शास्त्रज्ञांच्या मनोरचनेचें फार आश्चर्य वाटतें. वनस्पतींनां आत्मा किंवा जवळ जवळ तसेंच कांहीं तरी असतें असलें विधान थोडें संभवनीय दिसतें पण दगडांनां व धातूंनां देखील आत्मा असतो असें हे किमयाशास्त्रज्ञ प्रतिपादन करीत असत. ज्याप्रमाणें बीजापासून वृक्ष वाढत जातो त्याप्रमाणें धातूंमध्यें देखील वाढ होते असें त्यांचें मत होतें;व ज्याप्रमाणें कृत्रिम उपायांनीं लतांची वाढ झपाट्यानें करतां येते, त्याच प्रमाणें या अद्भुत दगडाच्या साहाय्यानें धातूंचें सोनें लवकर करतां येतें असें ते मानीत असत. बाकीच्या धातू अपूर्ण व अशुद्ध होत्या. आणि या अपूर्ण धातूंच्या पूर्णीकरणामध्यें (सोनें होण्यामध्यें) या दगडाचा फार उपयोग होतो असा त्यांचा समज होता.

कांहीं शास्त्रज्ञांच्या मतें इतर धातूंचें सोनें करण्याची रीत ज्याप्रमाणें कच्चें फळ परिपक्व होतें तद्वत् होती. सोनें हें त्यांच्या मतें परिपक्व फळ होतें, व कच्च्या फळाच्या निरनिराळ्या अवस्था म्हणजे त्या खालच्या अशुद्ध धातू होत्या. त्यांनीं इतर अशुद्ध धातूंमध्यें देखील पायऱ्या ठरविल्या होत्या. उदाहरणार्थ, शिसें हें अगोदर रुपें बनून नंतर मग त्याचें सोनें होतें अशी त्यांची कल्पना होती.

किमयाशास्त्राचा अभ्यासक्रम.—ज्याला ज्याला किमयाशास्त्र शिकण्याची इच्छा असेल त्याच्या साठीं या शास्त्रज्ञांनीं एक अभ्यासक्रमहि ठेवला होता. त्याला या धंद्यामध्यें उमेदवार म्हणून पुष्कळ दिवस घालवावे लागत असत. रसायनशास्त्राच्या संग्रहालयामध्यें काम करून द्रव पदार्थांची तशीच धातूंची माहिती त्याला मिळवावी लागत असे.

या शास्त्रज्ञांच्या मतें मीठ, गंधक आणि पारा अशीं तीन मुख्य द्रव्यें असून त्यांची उत्पत्ति पृथ्वी, आप, तेज व वायु या चार महातत्त्वांपासूनच झाली होती. या चार महातत्त्वांपासून प्रत्येक पदार्थ उत्पन्न झाला आहे असें ते मानीत; व हें सिद्ध करण्यासाठीं कांहीं भ्रामक प्रयोगहि करून दाखवीत. तसेंच धातूस मारतां येतें व पुन्हां जिवंत करतां येतें अशीहि त्यांची एक समजूत होती. सोनें व रुपें खेरीज करून एखादी धातु भट्टींत घालून तिला उष्णता लावली म्हणजे तिचा राखेसारखा पदार्थ होतो हें आपण पाहतों. ही राख होणें म्हणजे त्या धातूचा मृत्यु होय अशी त्यांची समजूत होती. या राखेमध्यें थोडे गहूं मिसळून तिला जर पुन्हां उष्णता लावली तर तिला पूर्वीचेंच स्वरूप प्राप्त होतें. हें त्यांच्या मतें त्या धातूचें पुनरुज्जीवन होतें.

परिसाचें स्वरूप.—या शास्त्रज्ञांनीं अशा पद्धतशीर रीतीनें चालविलेल्या परिसाच्या शोधावरून, ज्या दगडाचा

ते शोध करीत होते त्याच्या स्वरूपाची त्यांनां कांहीं तरी कल्पना असेल असें वाटण्याचा संभव आहे. कदाचित् प्रत्येकाची त्याच्या पूर्वग्रहानुरूप या दगडाच्या स्वरूपासंबंधी कांहीं तरी कल्पना असेलहि. परंतु तशी ती असली तरी ती कोणीं कागदावर नमूद करून ठेवलेली नाहीं. ही माहिती ते मुद्दामहि कदाचित् गुप्त ठेवीत असतील. या दगडाच्या गुणधर्मांबद्दल मात्र खूप लिहून ठेविलेलें आहे. हा अद्भुत दगड सर्वांत शुद्ध असून, इतर धातूंमध्यें शुद्धतेचा भाग थोडा व निरनिराळ्या प्रमाणांत असतो ;व या शुद्धतेप्रमाणें त्यांच्या अंगीं गुण असतो असें तें प्रतिपादन करीत असत. हें शास्त्र अज्ञ लोकांपासून फार गूढ ठेवण्यांत येत असे. परस्परांशीं संभाषण करण्याच्या या किमयागारांनीं कांहीं विशिष्ट खुणा ठरविल्या होत्या.

स्वतः किमयागारांनीं जरी परिसाच्या स्वरूपासंबंधांत मुग्धता स्वीकारलेली आहे, तरी दुसऱ्या कित्येकांनीं तत्संबंधीं कांहीं वर्णन लिहून ठेविलें आहे. कोणी हा एक प्रकारचा दगड आहे असें म्हणतात तर कोणीं त्यास द्रवरूप पदार्थ मानतात. तथापि सर्वसाधारण समजूत ती एक कृष्णवर्ण भुकटी असते अशी आहे. या भुकटीच्या शुद्धतेप्रमाणें तिच्या अंगीं गुण असतात अशी कल्पना होती. तथापि या दगडामुळें आयुष्य वाढवितां येतें ही कल्पना बरीच उत्तरकालीन आहे. रोमन किमयागारांनां ही कल्पना परिचित नव्हती. बहुधा ही कल्पना परिसाच्या गूढ शक्तीचा बायबलांतील वचनांशीं संबंध जोडण्याकरितां अस्तित्वांत आणली असावी.

किमयेच्या धंद्यांतील आपत्ति.—पंधराव्या शतकांत परिसाच्या कल्पनेवरील लोकांचा विश्वास इतका दृढ झाला होता कीं, त्या वेळच्या शासनसंस्थांनां एखादा शास्त्रज्ञ सर्व धातूंचें सोनें करून टाकील व त्यायोगें प्रचलित नाण्याला कांहींच किंमत राहाणार नाहीं अशी भीति वाटूं लागली. म्हणून १४०४ मध्यें पार्लमेंटनें असा ठराव मंजूर केला कीं, हीन धातूंचें सोनें किंवा रुपें बनवणें, हा मोठा गुन्हा समजला जाईल. तथापि १४५५ मध्यें सहाव्या हेन्रीनें लंडनमधील कांहीं सरदारांनां, शास्त्रज्ञांनां व पाद्र्यांनां या अद्भुत दगडाचा शोध लावण्याची परवानगी दिली होती. अशा रीतीनें आपलें कर्ज फिटूं शकेल असें त्याला वाटत होतें. जर्मनीमध्यें पहिल्या मॅक्झिमिलियननें, दुसऱ्या रुडोल्फनें आणि दुसऱ्या फ्रेडरिकनें या विषयांत बरेंच लक्ष घातलें होतें, व त्यामुळें त्यांच्या पदरच्या लोकांनींहि त्यांचें अनुकरण केलें. असें म्हणतात कीं, कांहीं कांहीं सरदार तर, एखाद्या प्रसिद्ध शास्त्रज्ञाला आपल्या दरबारीं बोलावून आणून त्याला अटक करून ठेवीत; व त्याचा छळ करून त्याच्याकडून पुष्कळसें सोनें बनवून घेत असत. सॅक्सनीच्या राजानें सेटन नांवाच्या एका स्कॉटिश किमयाशास्त्रज्ञाला बोलावून आणून त्याला पकडून ठेवलें, व त्या शास्त्रज्ञानें सोनें करण्याचें नाकारल्यामुळें त्याचा अनन्वित छळ केला. सरते शेवटीं या राजाचा प्रतिस्पर्धी त्या किमयागाराच्या साहाय्यास आला तेव्हां त्याची सुटका झाली. परंतु राजाच्या छळानें हा किमयागार अगदीं अस्थिपंजरावस्थेप्रत पोंचल्यामुळें सुटकेनंतर तो लवकरच मरण पावला. असें म्हणतात कीं ज्यानें सेटनची मुक्तता केली त्याचा किमयेवर विश्वास असल्यानें, सेटनच्या मरणानंतर त्यानें त्याच्या बायकोशीं पुनर्विवाह केला; व तिच्या पासून त्यानें एक औंसभर काळी पूड मिळविली. या पुडीच्या योगानें तो सोनें बनवीत असे व हा चमत्कार पहाण्यासाठीं त्यानें खुद्द दुसऱ्या रुडॉल्फ बादशहाला बोलाविलें होतें असें सांगतात.

किमयाशास्त्रांतील दोन संप्रदाय.—अशा रीतीनें या किमयागारांनां आपण किमयागार आहों असें जाहीर करण्याची देखील भीति वाटत असे. तथापि सतराव्या शतकाच्या मध्यभागांत, ख्रिस्त्यांच्या धर्मक्षेत्रांत या शास्त्राचा इतका प्रवेश झाला कीं, त्यामुळें रॉसिक्रूशिअन नांवाचा एक संप्रदाय अस्तित्वांत आला. वरील नांव पडण्याचें कारण असें सांगण्यांत येतें कीं, रॉझेनक्रूझ नांवाच्या एका तत्त्वज्ञाला एका किमयाशास्त्रज्ञानें भयंकर रोगांतून बरा केल्यावर रॉझेनक्रूझ यानें त्या शास्त्रज्ञापासून परिसाची माहिती करून घेऊन स्वदेशीं येऊन ती माहिती आपल्या जिवलग मित्रांनां सांगितली; व म्हणून त्यानें पुढें जो संप्रदाय काढला त्याला त्याच्या नांवावरून नांव पडलें. त्या वेळेस हा संप्रदाय फार प्रसिद्धीस आला होता. पण १७ व्या शतकाच्या शेवटीं याला उतरती कळा लागूं लागली. दुसरा एक ऑरीकूशिअन नांवाचा संप्रदाय १५७५ मध्यें प्रशियामध्यें जन्मलेल्या एका बोहम नांवाच्या चांभारानें स्थापन केला होता. त्यानें जुन्या व नव्या करारामध्यें व विशेषतः ॲपोकॅलिप्स नांवाच्या एका धर्मग्रंथाच्या प्रकरणामध्यें या शास्त्राची सर्व माहिती असून तिच्या आधारें हा अद्भुत दगड शोधावा असें प्रतिपादन केलें. प्रथम प्रथम त्याला बरेच अनुयायी मिळाले पण त्याच्या मरणानंतर तो संप्रदाय लुप्तप्रायच झाला.

या दगडामध्यें जें सार असतें त्याचा थोडथोडा अंश निरनिराळ्या धातूंत कमी अधीक प्रमाणांत वास करतो असा समज होता. कांहींनां त्याचा कांहीं अंश अम्लांमध्यें असावा असें वाटत होतें; कांहींनां धातूंमध्यें असावा असें वाटत होतें; व कांहींनां त्या वेळीं ज्याचा नुकताच शोध लागला होता या मद्यार्का (अलकोहोल) मध्यें असावा असें वाटत होतें.

किमयागारांच्या लबाड्यांचें आविष्करण.—या शास्त्रज्ञांमध्यें देखील, प्रामाणिक शास्त्रज्ञ व तोतये शास्त्रज्ञ अशा तऱ्हेचे दोन प्रकार होते, व हे तोतये आपल्या हातचलाखीनें मोठ्या विद्वान् माणसांनां देखील चकवीत असत. केलर हा अशा प्रकारचाच एक तोतया होता. या अद्भुत दगडाच्या अस्तित्वाच्या खरेखोटेपणाची चौकशी करण्याकरितां सरकारकडून एक तज्ज्ञांची कमिटी नेमण्यांत आली.

व १७७२ मध्यें जोफ्रॉय नांवाच्या गृहस्थानें, पॅरिस येथील राजकीय शास्त्रीय पाठशाळेपुढें आपला अहवाल वाचून त्यांत या तोतया शास्त्रज्ञांच्या कित्येक लबाड्या चवाठ्यावर आणल्या. हे तोतये किमयागार तांब्याच्या मुशीमध्यें मोठ्या खुबीनें एक मेणाचें पूड करून त्याच्या आंत कांहीं सोनें ठेवीत असत, व प्रयोगाच्या वेळीं उष्णतेनें मेण वितळून जाऊन सोनें दिसूं लागे. या प्रयोगानें शहाणे विद्वान् देखील फसले जात. कांहीं कांहीं तोतये मुद्दाम मोठ्या विद्वानांनां निमंत्रण करून, त्यांच्याकडूनच लोखंडी खिळा मागून घेऊन तो मुशींत टाकीत असत; व मोठ्या हातचलाखीनें त्या खिळ्याबदली सोन्याचा खिळा त्या मुशींत टाकून त्यांनां लोखंडाचें सोनें केलें असें भासवीत असत. सोन्याचा खिळा लोखंडाच्या खिळ्याहून भिन्न आकाराचा झाला तरी चालत असे. तथापि एकंदरींत या किमयाशास्त्रज्ञांनीं पुष्कळ शोध लावले असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. किमयेचे प्रयोग करणाऱ्या रॉजरबेकननें, दुर्बिणीच्या उपपत्तीचा व कदाचित् बंदुकीच्या दारूचा शोध लावला. व्हॉन होलमॉंट नांवाच्या किमयाशास्त्रज्ञानें, वायूचे गुणधर्म शोधून काढले, गीबरनें रसायन शास्त्रांत संशोधन केलें व पॅरासेल्ससनें पारा हा एक अतिशय असाध्य रोगावर उपाय आहे असें सिद्ध केलें, [चार्लस मॅके, 'पॉप्युलर डेल्यूझन्स, तीन विभाग, लंडन १८५०]. सारांश, या किमयाशास्त्रामुळें रसायनशास्त्राचा फायदा झाला यांत संशय नाहीं.

रसायन व प्राणिशास्त्राची आधुनिक वाढ.— या क्षेत्रांतील आधुनिक शोधांनीं इतके विलक्षण फरक घडवून आणले आहेत कीं, आतां आपण पूर्वीपेक्षां अगदीं निराळ्या जगांत वावरत आहों, असें वाटूं लागतें. तथापि या शास्त्रांतील शोधांसंबंधानें सुद्धां प्राचीन ग्रीक काळांत कांहीं कल्पना अर्थात् अपरिपक्व स्थितींत अस्तित्वांत होत्या, असें दिसून येतें. श्वासोच्छ्वास क्रियेच्या शास्त्रीय उपपत्तीसंबंधानें नवीन जे निर्णायक शोध लागले आहेत त्यांवरून एतद्विषयक सत्य कल्पना अनॅक्झॅगोरसला अर्धवट तरी झालेली होती, हें लक्षांत येईल. तसेंच डाल्टननें प्रस्थापित केलेला परमाणुवाद (ॲटॉमिक थिअरी) आणि परमाणूंचीं विविध विलक्षण स्थित्यंतरें या विषयींचे निरनिराळे शास्त्रीय शोध लक्षांत घेतल्यास त्यांवरून प्राचीन क्लेझोमेनियन तत्त्ववेत्ता व त्याचा अनुयायी डेमोक्राटेझ यांची आठवण झाल्यावांचून रहात नाहीं.

तथापि रसायन शास्त्र आणि प्राणिशास्त्र यांत १९ व्या शतकांत जे अगम्य व अति गूढ शोध लागले आहेत, त्यांतील प्रत्येकाची थोडीफार अगदीं अस्पष्ट कल्पना तरी जुन्या ग्रीक विद्वानांनां व त्यांच्या नंतरच्या ज्ञानी लोकांनां होती असें म्हणणें फार धाडसाचें किंबहुना अक्षम्य होईल. प्राचीन ग्रीक पंडितांनीं किंवा १७ व्या शतकांतील तत्त्ववेत्यांनीं उपरिनिर्दिष्ट शास्त्रांत मोठमोठे संशोधक लवकरच उदयास येणार एवढा अंदाज बांधण्यास जागा दिली होती इतकेंच. मूलभूत द्रव्यांच्या गुणधर्मांविषयीं बिनचूक व नक्की ज्ञान जगाला उपलब्ध करून देण्याचें काम अगदीं अलीकडील रसायनशास्त्रज्ञांनींच केलेलें आहे. सेंद्रिय सृष्टींत दिसून येणारें विकासतत्त्व सर्व जगताला पटेल अशा साधार व शास्त्रीय स्वरूपांत पुढें मांडण्याचें काम प्रथम डार्विननेंच केलें. शस्त्रक्रिया करतांना रोग्याला होणाऱ्या वेदना थोड्याफार कमी करण्याकरितां मध्ययुगीन अरब कांहीं वनस्पतींचा उपयोग करीत असत, हें खरें असलें तरी क्लोरोफार्म वगैरे बधिरता आणणाऱ्या अलीकडील युक्त्या त्यांत बीजरूपानें सुद्धां दिसत नाहींत. आणि रोगप्रतिबंधक उपायांची, म्हणजे सूक्ष्मजंतुशास्त्रांतील विविध प्रकारच्या वावर्तांत जे विलक्षण शोध लागलेले आहेत त्यांची, पूर्वीच्या पिढ्यांतील विद्वानांनां काडीमात्र कल्पनाहि नव्हती.

रसायनशास्त्रांतील 'ज्वलनशक्ति' विषयक उपपत्ति—शास्त्रीयसंशोधनक्षेत्रांतील जुन्या व नव्या अभ्यासकांच्या पद्धतीमध्यें केवढा विलक्षण फरक पडलेला आहे तें दाखविणारें उत्तम उदाहरण म्हणजे जुन्या किमयाच्या 'शास्त्रा' पासून आधुनिक रसायनशास्त्राची वाढ झाली हें होय. पूर्वी किमयाशास्त्रज्ञ आपल्या मनाशीं विशिष्ट वस्तूंचें विशिष्ट स्वरूप असावयास पाहिजे, असें प्रथम ठरवून नंतर तें सिद्ध करण्याकरितां आपले हरएक प्रयोग करीत असत. आजचे रसायनशास्त्रज्ञ त्याच्या अगदीं उलट चालतात, म्हणजे प्रयोगशाळेतील प्रत्यक्ष प्रयोगांवरून ज्या गोष्टी दिसतील त्यांवरून आपलीं अनुमानें व सिद्धान्त ठरवीत असतात. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे, पूर्वीचें किमयाशास्त्र निगमन पद्धतीचें (डिडक्टिव्ह) होतें; तर आजचें रसायनशास्त्र आगम पद्धतीचें (इंडक्टिव्ह) आहे. येथें हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, हा शास्त्रीय संशोधनाच्या पद्धतींतील क्रान्तिकारक फरक चुटकीसरसा घडून आलेला नाहीं. पिढ्यानपिढ्या मनावर बिंबलेल्या कल्पना एका क्षणांत नष्ट करणें शक्य नसतें. असा फरक घडावयास पूर्ण निरुत्तर असें प्रत्यक्ष प्रमाणच लोकांपुढें मांडावें लागतें. अर्थात् किमयेवरील लोकांची श्रद्धा नाहींशीं करण्याचें काम सोपें नव्हतें. रसायनशास्त्राची बरीच प्रगति झाल्यानंतर हळू हळू लोकांमधील किमयेचें वेड नाहींसें होत चाललें.

पूर्वी क्षार, गंधक व पारा हीं तीन तत्त्वें मानीत असत, त्यांऐवजीं आतां 'ज्वलनशक्ति' हें एकच तत्त्व मानूं लागले, ही रसायनशास्त्राच्या प्राणप्रतिष्ठेंतील पहिली महत्त्वाची गोष्ट होय. पूर्वी शिसें जाळण्याचा किंवा भस्म करण्याचा प्रयोग करीत असत त्यांत शिसें 'मारलें' जाऊन त्याच्याजागीं अगदीं निराळा पदार्थ तयार होत असे. पण त्या भस्मरूप पदार्थांत गव्हाचे दाणे मिसळून त्यांनां उष्णता दिल्यास मूळ शिसें पुन्हां तयार होतें. किमयाशास्त्रज्ञ यालाच धातु 'मारणें' व 'पुन्हा जिवंत करणें' असें समजत. कारण पॅरासेल्सस

नामक शास्त्रज्ञ म्हणत असे कीं, 'जे मनुष्याला मारतां येतें तें पुन्हां जिवंत करतां आलेंच पाहिजे'. लांकूड, मेणवत्ती, तेल वगैरे पदार्थ जाळणें ह्मणजे वरील धातु 'मारण्यां'तलाच प्रकार होय; ते पदार्थ जाळल्यावर पुन्हां 'जिवंत' करतां येत नाहींत, याचें कारण किमयाशास्त्रज्ञांचें अज्ञान. बाकी सर्वांतील उपपत्ति एकच.'

सदरहू उपपत्ति किमयाशास्त्रज्ञांत बरीच मान्य होत चालली होती; इतक्यांत या धातु 'मारण्या' च्या प्रयोगांतील एक दुर्लक्ष झालेली गोष्ट रॉबर्ट बॉइलनें (१६२६–१६९१) शास्त्रज्ञांच्या नजरेस आणून दिली; ती ही कीं, सदरहू धातु 'मारण्या' च्या प्रयोगांत हवेचा होणारा परिणाम त्यानें हवे संबंधाची सामान्य माहिती (जनरल हिस्ट्रि ऑफ दी एअर) या पुस्तकांत हवेचे घटकावयव काय असावेत, यावद्दल आपलें नवें व काळजीपूर्वक अभ्यास करून ठरविलेलें मत पुढें मांडलें. तसेंच "संशयवादी रसायनशास्त्रज्ञ" (दी स्केप्टिकल केमिस्ट) या पुस्तकांत त्यानें मूलभूत तीन तत्त्वें मानण्याविरुद्ध मत प्रदर्शित केलें. ज्वलनतत्त्वविषयक एकतत्त्वात्मक उपपत्ति पुढें येण्यास बॉइलच्या वरील ग्रंथानें फार मदत झाली.

हवेचे घटकावयव कोणते, यावद्दल बॉइलनें आपली कल्पना पुढीलप्रमाणें विशद केली आहे. "वातावरणांतील हवेंत तीन निरनिराळ्या प्रकारचे अणू असले पाहिजेत. पहिले, पृथ्वी, पाणी, धातु, वनस्पति, प्राणी वगैरे पदार्थांतून आकाशांतल्या किंवा भूगर्भांतल्या उष्णतेमुळें जे वाफेचे कण निघून हवेंत मिसळतात ते अणू; दुसरे, पृथ्वीचे व आकाशांतील ताऱ्यांच्या घटकावयवांचे अतिसूक्ष्म परमाणू जे हवेमध्यें मिसळलेले असतात व जे प्रकाशरूपानें आपणास भासतात ते; आणि तिसरे हवेचेच मूलभूत व लवचिक परमाणू. हे परमाणू घड्याळांतील स्प्रिंगप्रमाणें, किंवा लोकरीच्या किंवा लांकडांतल्या तंतूंप्रमाणें एकत्र बसलेले आहेत."

हवेसंबंधाचें हें बॉइलचें मत अगदींच अपरिपक्व दिसतें. तथापि वातावरण म्हणजे 'शून्यता' हा समज त्यानें दूर करून हवा ही कांहीं तरी विशिष्ट द्रव्यांच्या मिश्रणानें बनलेली आहे, ही गोष्ट प्रस्थापित केली; व तिच्या आधारावर पुढें संशोधन सुरू झालें. हवा निरनिराळ्या वायूंच्या मिश्रणानें झालेली आहे, असें म्हणणारे बॉईल खेरीज इतरहि कांहीं शास्त्रज्ञ होते. जीन रे नांवाचा फ्रेंच वैद्य व जॉन मेयो हा इंग्रज यांनीं निरनिराळ्या प्रयोगांच्या साह्यानें हवा ही एकद्रव्यात्मक नाहीं, हें सिद्ध केलें होतें. शिवाय बॉइलला ज्याचा पूर्ण पत्ता लागला नव्हता तें "जीवनद्रव्य" हवेंत असावें, असें पुष्कळांनां वाटूं लागलें; व त्यावरूनच पुढें स्टॉलची 'ज्वलनतत्त्व' विषयींची उपपत्ति निघाली. या द्रव्याची कल्पना बॉईललाहि आलेली होती. तो ह्मणतो, "पूर्ण निर्वात स्थळीं दीपज्योति किंवा अग्नि किंचित् काळहि जळूं शकत नाहीं, यावरून असा संशय येतो कीं, वातावरणामध्यें सूर्य, तारे किंवा इतर कांहीं सृष्ट पदार्थ यांतील चमत्कारिक द्रव्य हवेशीं मिसळलेलें असावें व त्यामुळें ज्योत जळणाच्या कामीं हवेची अत्यंत अवश्यकता असते." बॉईलच्या या कल्पनेकडे जॉर्ज अर्न्स्ट स्टॉलचें (१६६०–१७३४) विशेष लक्ष वेधलें, व अखेर त्यानेंच 'ज्वलनतत्त्व' विषयक नवा सिद्धांत प्रस्थापित केला. या कामीं त्याला जोहन जोकिम बेकर (१६३५–१६८२) यानें त्याच दिशेनें केलेल्या प्रयोगांचा फार उपयोग झाला.

स्टॉलचा ज्वलनतत्त्वविषयक सिद्धान्त.—स्टॉलला अनेक प्रयोगांतीं असें दिसून आलें कीं, कित्येक पदार्थ इतर बाबतींत परस्परांहून अत्यंत भिन्न असतांहि ज्वालाग्राहित्वाच्या गुणांत त्यांचें परस्परांशीं अत्यंत साम्य असतें. यावरून सर्व ज्वालाग्राही पदार्थांत एकच समान तत्त्व असलें पाहिजे; याच तत्त्वाला त्यानें ज्वलनतत्त्व (फ्लॉजिस्टन) असें नांव दिलें. हें ज्वलनतत्त्व सृष्टींतील अनेक पदार्थांत शिरून राहिलेलें असतें व त्या स्थितींत तें दृग्गोचर नसतें. परंतु तो ज्वालाग्राही पदार्थ जळूं लागला ह्मणजे हीच शक्ति बाहेर पडूं लागून ज्वाला किंवा ज्योति या रूपानें इंद्रियगोचर होते. किंवा असें ह्मणतां येईल कीं, ज्वलनतत्त्व हें सर्व ज्वालाग्राही पदार्थांत अन्तर्गत असतें; तें तो पदार्थ जळून नष्ट होऊं लागला कीं, स्वतंत्र होऊन बाहेर पडतें. या ज्वलनतत्त्व नामक द्रव्याचा चमत्कारिक धर्म असा आहे कीं, त्याला स्वतंत्र राहणें मुळींच आवडत नाहीं व ह्मणून तें ज्वालाग्राही पदार्थांत शिरून नेहमीं लपून वसतें. उष्णता ही केवळ गत्यात्मक असावी, ही बॉइलची कल्पना स्टॉलला मान्य नव्हती किंवहुना माहीतहि नसावी, असें दिसतें.

या ज्वलनतत्त्वविषयक सिद्धान्तावरून असें अनुमान काढीत कीं, एखादा पदार्थ जाळल्यावर राहिलेला अवशेष ह्मणजे इतर कांहीं नसून ज्वलनतत्त्वविरहित असा मूळ पदार्थच होय; व त्यापासून पुन्हां पूर्ववत् पदार्थ बनविणें असल्यास त्या राखेंत सहज जळणारा दुसरा पदार्थ घालून जाळला ह्मणजे ज्वलनतत्त्व त्या राखेंत शिरून पुन्हां मूळ पदार्थ तयार होतो. कारण जितका ज्वालग्राहीपणा पदार्थांत अधिक तितकें ज्वलनतत्त्व (फ्लॉजिस्टन) त्यांत अधिक; आणि हें तत्त्व स्वतंत्र रहात नसल्यामुळें तें राखेंत मिसळून मूळ पदार्थ तयार होतो. शिशाच्या भस्मांत गव्हाचे दाणे जाळल्यानें शिसें पुन्हां पूर्ववत तयार होतें; हा प्रत्यक्ष पुरावा वरील सिद्धांताला असल्यामुळें स्टॉलचा ज्वलनतत्त्वविषयक सिद्धान्त लवकरच विद्वानांत मान्यता पावूं लागला.

हा ज्वलनतत्त्वविषयक सिद्धान्त म्हणजे किमयाशास्त्राकडून रसायनशास्त्राच्या बाजूला पडलेलें आणखी एक पाऊल होय. पूर्वीं धातूमध्यें इंद्रियातीत शक्ति (स्पिरिट) असल्याचें मानीत असत, त्या ऐवजीं आतां ज्वलनतत्त्व

(फ्लॉजिस्टन) हें इंद्रियगोचर द्रव्य असल्याचें मानूं लागले. ज्वाला किंवा ज्योति रूपाला 'स्वतंत्र ज्वलनतत्त्व' व ज्वालाग्राही पदार्थांत गुप्त असलेल्याला, 'निरुद्ध ज्वलनतत्त्व' म्हणत असत. पहिलें दृग्गोचर असे व दुसरें तर मोजतां मापतांहि येत असे. प्रत्येक धातु हें ज्वलनतत्त्व व एक मूलद्रव्य (एलिमेंट) यांची बनलेली असते. हें म्हणणें समजण्यालाहि अगदीं सोपें जाई. पण धातु ही पारा, गंधक व क्षार ह्या तीन तत्वांच्या दैवी प्रक्रियेपासून झालेली असते हा जुना किमयाशास्त्रज्ञांचा सिद्धांत सामान्य जनांनां समजणें हि मोठें कठिण असे.

हल्लीं धातूंनां रसायनशास्त्रांत मूलद्रव्यें मानतात पण ज्वलनतत्त्व सिद्धान्तवादी त्यांनां संयुक्त पदार्थ मानीत असत. अर्थात् धातु 'मारणें' किंवा भस्म करणें म्हणजे तिला संयुक्त स्थितींतून साध्या स्थितींत आणणें होय. परंतु या धातुमारण प्रयोगांत त्यांच्या असें निदर्शनास आलें कीं, धातूचें भस्म हें मूळ धातूपेक्षां जड भरतें, म्हणजे अर्थात् धातूंतून ज्वलनतत्त्वासारखा एखादा पदार्थ बाहेर निघून गेला म्हणण्यापेक्षां धातूंत आणखी एखादा पदार्थ येऊन मिसळला असें म्हणणें प्राप्त आहे. पण ज्वलनतत्त्वसिद्धान्तवाद्यांनां वजनाचें महत्त्व फारसें वाटत नसे; म्हणून वजनांतील फेरफार ही क्षुल्लक 'बाब' आहे, असें म्हणत. किंवा ज्वलनतत्त्व मूळ हलकें असल्यामुळें तें पदार्थांत शिरलें कीं, पदार्थ हलके करतें. व धातूंचें भस्म होतांना त्यांतून निघून गेलें म्हणजे राहिलेला अवशेष जड होतो, अशी त्यांची चमत्कारिक समजूत असे.

असो. आरंभीं तत्कालीन सर्व रासायनिक क्रियांची वरील ज्वलनतत्त्वसिद्धान्ताच्या आधारें उपपत्ति लावतां येत होती. परंतु पुढें प्रयोगशाळेंतील कित्येक रासायनिक क्रिया स्टॉलच्या सिद्धांतानें नीटशा उलगडतां येईनात. तेव्हां त्या सिद्धान्तांत कांहीं फेरफार सुचविण्यांत आले; कित्येक प्रयोग अपवादात्मक म्हणून मानण्यांत आले. पण होतांहोतां अपवादांची संख्या अतोनात वाढली व जलनतत्त्वसिद्धान्तवाद्यांचे आपसांतच इतके मतभेद झाले कीं, तो सिद्धांत चुकीचा मानून दुसरा शोधून काढणें आवश्यक होऊन बसलें. बॉईल व हूक यांचे ग्रंथ शास्त्रज्ञ पुन्हां धुंडाळूं लागले; प्रयोगात्मक संशोधन अधिकअधिक वाढलें व शेवटीं १८ व्या शतकांत ब्लॅक, प्रीस्टले, कॅव्हेंडिश, लॅव्हॉझिए यांनीं आपला नवा सिद्धान्त काढला, आणि १९ व्या शतकाच्या आरंभीं जलनतत्त्वसिद्धान्त पूर्णपणें मागें पडला.

आधुनिक रसायनशास्त्राचा आरंभ.—स्टीफन हेल्सनें (१६७४–१७६१) १८ व्या शतकाच्या आरंभीं हवेच्या स्थितिस्थापकत्वाचा अभ्यास सुरू केला व तेव्हांपासून आधुनिक रसायनशास्त्राला सुरुवात झाली. हवा हा एक " फार स्थितिस्थापक प्रवाही पदार्थ असून ' त्यांतील अणू एकमेकांपासून निराळ्या प्रकारचें करतां येतात, शिवाय पुष्कळ घन पदार्थांतहि निरनिराळे वायु भरलेले असतात; असें हेल्सनें दाखविलें. या त्याच्या उद्योगाचा महत्त्वाचा परिणाम असा झाला कीं, ब्लॅक, प्रीस्टले, कॅव्हेंडिश व लॅव्हाझिए या पुढील शास्त्रज्ञांनीं निरनिराळ्या वायूंचे गुणधर्म शोधून काढण्याकरितां प्रयोग सुरू केले; व तद्वारें आधुनिक रसायन शास्त्राचा पाया घातला.

अर्वाचीन रसायनशास्त्र.

जोसेफ ब्लॅक व कर्वाम्ल वायु. (१७२८–१७९९) हेल्सच्या संशोधनाच्या दिशेनेंच डॉ. जोसेफ ब्लॅकनें अधिक प्रयोग करून निरनिराळ्या वायूंचीं व दुसऱ्या कांहीं रासायनिक द्रव्यांचीं वजनें काढलीं; व ह्यायोगें परिमाणात्मक रसायनशास्त्राला सुरुवात केली. परंतु कर्वाम्ल (कॅरबॉनिक ॲसिड गॅस) वायूच्या गुणधर्माविषयींचे त्याचे शोध सर्वांत अधिक महत्त्वाचे आहेत. ब्लॅकनें ग्लासगो युनिव्हर्सिटींत डॉक्टरीचें शिक्षण पुरें केलें होतें. तो डॉ. विल्यम क्युलेनचा शिष्य व नंतर मित्र झाला होता. तथापि नंतर त्याचें लक्ष वैद्यकीच्या धंद्यापेक्षां रसायनशास्त्राच्या प्रयोगशाळेंत अधिक वेधलें. डॉक्टरीची परीक्षा दिल्यानंतर तीन वर्षांनीं आपल्या वयाच्या केवळ तेविसाव्या वर्षी त्यानें कर्वाम्ल वायूचे गुणधर्म शोधून काढले. या वायूला तो ' स्थिर हवा ' म्हणत असे. प्रथम या वायूचा शोध लावल्यानंतर ब्लॅकनें बरेच प्रयोग केले, व त्यांवरून हा वायू सृष्टींत फार ठिकाणीं वाटला गेला आहे असें सिद्ध केलें. उदाहरणार्थ, १७५७ मध्यें त्यानें असा शोध लाविला कीं, सातु, द्राक्षें इत्यादि पदार्थ आंबवून ' बीअर, ' ' एल ' वगैरे प्रकारची दारु तयार करीत असतां त्यांतून जे बुडबुडे निघतात त्या बुडबुड्यांत हा कर्वाम्ल वायु असतो. हें सिद्ध करण्याकरितां त्यानें तसले बुडबुडे चुन्याचें पाणी भरलेल्या एका बाटलीमध्यें घालून तें मिश्रण खूप जोरानें हलविलें. त्या योगानें तें चुन्याचें पाणी व तो वायु अगदीं मिसळून गेले; व त्यापासून एक अविद्राव्य पांढरा साका तळाशीं जमला. तोच ' खट कर्वित ' (कॅल्शिअम कार्बोनेट) उर्फ खडू होय. तो चुना व कर्वाम्ल यांच्या संयोगानें झालेला असतो. या प्रयोगावरून त्याला दुसरा प्रयोग सुचला. वारा फुंकण्याच्या भात्याच्या तोंडाशीं एक जळता कोळसा बसवून त्यांतून निघणारा वायु चुन्याची निवळी भरलेल्या एका कांचेच्या नळीमध्यें त्यानें सोडला; व तें मिश्रण जोरानें हलविल्यावर वरील प्रयोगांतल्याप्रमाणेंच पांढरा साका तळाशीं बसला. अर्थात् कोळसा जळतांना बाहेर पडलेला वायु कर्वाम्ल वायुच होय, हें सिद्ध झालें. नंतर ब्लॅकला चुन्याच्या निवळीमध्यें कांचेच्या नळींतून तोंडानें फुंकल्यासहि खडू तयार होतो असें आढळलें; त्यावरून अर्थात् मनुष्य श्वासोच्छ्वास करतांना सारखा कर्वाम्ल वायु सोडीत असतो हेंहि नक्की ठरलें.

ब्लॅकच्या या प्रयोगांचा अगदीं क्रांतिकारक परिणाम होऊन रसायनशास्त्रज्ञांच्या वायूसंबंधींच्या कल्पना पार

बदलून गेल्या. तथापि तेवढ्यानें पूर्वीची ज्वलनतत्त्वाची उपपत्ति पूर्णपणें खोटी ठरली नाहीं.

हेन्री कॅव्हेंडिश-नत्राम्ल व पाण्याचे घटक.--ब्लॅकचा शिष्य कॅव्हेंडिश यानें (१७३१-१८१०) पुष्कळ पदार्थांचे घटकावयव शोधून काढले; विशेषतः नत्राम्ल (नायट्रिक असिड) व पाणी यांचे घटकावयव कोणते हें त्यानें ठरविलें. त्याचा रसायनशास्त्राच्या वाढीस फार उपयोग झाला; व ज्वलनतत्त्वाची उपपत्ति अधिक लंगडी पडली. शास्त्रेतिहासांत कॅव्हेंडिश ही एक अत्यंत विचित्र व्यक्ति आहे. तो स्वतः मोठा श्रीमंत व मोठा बुद्धिमान् असल्याबद्दल तत्कालीन लोकांत प्रसिद्धि होती. पण त्याचा स्वभाव विचित्र व मनोभावनाप्रधान असल्यामुळें त्याला समाजाची एक प्रकारची भीति वाटे. पण या त्याच्या वृत्तीमुळेंच शास्त्रीय संशोधनाच्या कार्याला हा गृहस्थ लाभला. बापाची व चुलत्याची मिळालेली भरपूर संपत्ति त्यानें या कार्यालाच लावली.

तरुण वयांत डॉ. ब्लॅकच्या हाताखालीं शिकत असतांनाच त्याच्या गुरूचा शास्त्रीय संशोधनासंबंधाचा उत्साह कॅव्हेंडिशच्या मनांत भरपूर शिरला; व त्यानें कर्बाम्लवायूचे स्वतंत्र व संयुक्त स्थितींतले गुणधर्म शोधून काढण्याचें काम पुढें चालविलें. सन १७६६ मध्यें त्यानें कर्बाम्लवायु व उज्जवायु यांचे गुणधर्म नक्की ठरविण्यासंबंधीं प्रयोगांचा आपला अहवाल 'रॉयल सोसायटीकडे' सादर केला; व त्यांत स्थितिस्थापक प्रवाही पदार्थांचीं वजनें कायमचीं नक्की माहित करून घेण्यासंबंधाची शक्यता प्रथम सिद्ध करून दाखविली. कॅव्हेंडिशच्या पूर्वी टॉरिसेलीनें हवा व पारा यांच्या वजनाचें परस्पर प्रमाण बसविलें होतें. कॅव्हेंडिशनें आपले प्रयोग पुढें चालू ठेवून १७८४ मध्यें पाण्याच्या घटकावयवांसंबंधाचा आपला शोध जाहीर केला; व तावत्कालपर्यंत चालत आलेली पाणी हें मूलद्रव्य असल्याची हजारों वर्षांची समजूत साफ चुकीची असल्याचें सिद्ध केलें.

कॅव्हेंडिशनें रॉयल सोसायटीकडे धाडलेला 'रिपोर्ट' सुमारें छापील चाळीस पानें आहे. त्यांत त्यानें असें दाखविलें आहे कीं, प्राण व उज्ज या दोहोंचें मिश्रण एका बंद केलेल्या कांचेच्या भांड्यांत घालून त्यांत विजेची ठिणगी सोडल्यास त्या दोन वायूंचा संयोग होऊन पाणी तयार होतें; प्रथम त्यानें हा प्रयोग उज्ज व साधी हवा यांच्या मिश्रणानेंच करून पाहिला; त्यावेळीं हवेंतला प्राण व उज्ज संयोग पावून पाणी बनलें, पण हवेंतला नत्र तसाच शिलक राहिला; व त्या संबंधाचा उलगडा प्रथम नीट झाला नाहीं. तथापि कॅव्हेंडिशनें नुसता प्राण व उज्ज घेऊन त्यांचें शुद्ध पाणी बनतें असें प्रत्यक्ष प्रयोग करून निःसंदिग्ध रीत्या सिद्ध केलें. पाण्याविषयींच्या त्याच्या प्रयोगावद्दल तो लिहितो, "साधी हवा व ज्वालाग्राही हवा कांहीं विशिष्ट प्रमाणांत एकत्र करून त्याचा ठिणगीनें वार उडविल्यास एक पंचमांश साधी हवा व बहुतेक सर्व पेट घेणारी हवा यांची स्थितिस्थापकता नष्ट होऊन त्यांचें द्रवरूपांत द्रव बनतें. हें द्रव म्हणजे शुद्ध पाणीच होय. म्हणजे अर्थात् ज्वालाग्राही हवेचेंच हें पाणी बनलें."

पाण्याचे घटकावयव शोधून काढण्याकरितां केलेल्या वरील प्रयोगावरूनच पुढें नत्राम्लाचे घटकावयव शोधून काढण्याकडे कॅव्हेंडिशची प्रवृत्ति झाली. वरील प्रयोगांत असें दिसून आलें होतें कीं, साधी हवा व उज्ज यांचें पाणी बनल्यावर त्या पाण्याला थोडी आंबट रुचि असते. पण शुद्ध प्राण व उज्ज यांचें पाणी बनविल्यास तें रुचिहीन व शुद्ध असतें. ही वस्तुस्थिति लक्षांत घेऊन वरील आंबटपणा किंवा अम्ल कोठून येतें, तें पाहण्याकरितां त्यानें प्रयोग सुरू केले. त्यानें एका भांड्यांत साधी हवा घेऊन त्यांत विजेची ठिणगी सोडली, व ह्याप्रमाणें कित्येक आठवडे तो तसेंच करीत राहिला, तेव्हां त्यांत थोडा पातळ पदार्थ उत्पन्न झाल्याचें त्याला आढळलें. या द्रव पदार्थांत पालाश क्षाराचें (पोटॅशचें) द्रावण मिसळल्यावर साधा सोरा (पालाशनत्रित) तयार झाला. कारण कोळशाच्या संयोगानें त्याचा वार झाला, त्यांत कागद भिजवून जाळल्यावर तो ठिणग्यायुक्त जाळानें जळला, व त्यावर गंधकाम्ल घातल्यावर त्यांतून नत्रस वाफा निघाल्या. यावरून तो द्रव नत्राम्ल होय. आतां या प्रयोगांत प्रथम नुसती हवाच घेतलेली असल्यामुळें व हवेंत प्राण व नत्र असल्यामुळें नत्राम्ल त्या दोहोंच्या संयोगानें तयार झालें, हें निःसंशय सिद्ध होतें.

याप्रमाणें नत्राम्लाचे गुणधर्म शोधून काढणें हीच कॅव्हेंडिशची रसायनशास्त्रांतील शेवटची महत्त्वाची कामगिरी होय. पुढें मरेपर्यंत त्याचें शास्त्रीय संशोधन चालूच होतें. "१० मार्च १८१० रोजीं तो थोड्याच दिवसांच्या आजारानें मरण पावला. शेवटच्या आजाराचें व आपल्या जीवनशक्तीच्या ऱ्हासाचेंहि तो सूक्ष्म अवलोकन करीत होता. त्यांत व्यत्यय येऊं नये म्हणून त्यानें आपल्या शुश्रूषा करणाऱ्या चाकरासहि खोलीबाहेर जाण्यास सांगितलें होतें; आणि कांहीं वेळानें चाकर परत येतो तों मालक मृत होऊन पडलेला आढळला."

जोसेफ प्रीस्टले--प्राणवायूचा शोध.--वरील प्रमाणें कॅव्हेंडिश आपल्या विपुल संपत्तीच्या मदतीनें पण कांहींसा आत्मविश्वासविरहित असूनहि मोठाले शोध लावीत होता, त्याच सुमारास त्याचा एक द्रव्यहीन देशबांधव, जोसेफ प्रीस्टले नांवाचा (१७३३-१८०४) धर्मोपदेशक, याच शास्त्रीय संशोधनाच्या कार्यांत चुरशीनें झटत होता, व साधल्यास कॅव्हेंडिशवर ताण करण्याचा त्याचा हेतु होता. १७६१ मध्यें वॉरिंगटन येथील 'नॉन कन्फार्मिस्ट' पंथाच्या विद्यालयांत त्याला शिक्षकाची नोकरी मिळाली; व तेथेंच राहून त्यानें पुढें सहा वर्षें रसायनशास्त्र व विद्युत् यांचा अभ्यास केला. १७६६ मध्यें तो लंडन शहरीं सहज गेला असतां

तेथें बेंजामिन फ्रँक्लिनची गांठ पडली. तेव्हां त्याच्या सूचनेवरून प्रीस्टलेनें आपला विद्युच्छक्तीचा इतिहास (हिस्ट्री ऑफ इलेक्ट्रीसिटी) नांवाचा ग्रंथ प्रसिद्ध केला. तेव्हांपासून शास्त्रीय संशोधनांत त्याची प्रगति सारखी चालू होती. शिवाय त्याचें धर्मोपदेशकाचें कामहि सुरू होतें. १७८० मध्यें तेथून तो बर्मिंगहॅमला जाऊन तेथें जेम्स वॅट, बौल्टन व इरॅस्मस डार्विन ह्या शास्त्रज्ञांच्या संगतींत राहिला. त्यानंतर सुमारें अकरा वर्षांनीं पॅरिस येथलि 'बॅस्टिल' तुरुंगाच्या नाशाच्या वार्षिक दिनीं इंग्लंडांतील कांहीं माथेफिरू लोकांनीं फ्रेंच राज्यक्रान्तिबद्दल प्रीस्टलेची सहानुभूति असल्याचें समजल्यावरून त्याच्या राहत्या घरावर व ख्रिस्तालया (चॅपेल)वर हल्ला करून तीं जाळलीं व त्याचे महत्त्वाचे संशोधन-लेख व शास्त्रीय उपकरणें यांचा नाश केला. प्रीस्टले व त्याच्या कुटुंबांतील माणसें पळून गेल्यानें बचावलीं; पण त्याचा मौल्यवान् शास्त्रीय संग्रह नष्ट झाला. त्यानंतर तीन वर्षांनीं इंग्लंड कायमचें सोडून तो अमेरिकन संयुक्त संस्थानामध्यें जाऊन राहिला; कारण अमेरिकेच्या स्वातंत्र्य युद्धांत त्यानें अमेरिकेचाच पक्ष उचलला होता. तेथें पेनसिल्व्हेनियांतील नॉर्दंबर्लंड येथें त्यानें आपल्या आयुष्याचीं शेवटचीं दहा वर्षें काढलीं, त्यांत त्याचें शास्त्रीय संशोधनाचें काम चालूच होतें.

प्रीस्टलेनें आपल्या संशोधनकार्याची सुरुवात डॉ. ब्लॅकच्या 'स्थिर हवे' वरील प्रयोगापासून केली, आणि ब्लॅकप्रमाणें प्रीस्टलेचीहि इकडे प्रवृत्ति, शेजारीं दारू तयार करण्याची जागा असल्यामुळें झाली. याप्रमाणें कर्बाम्ल वायु व इतर वायु यांवर प्रयोग करीत असतां त्यानें 'ज्वलनतत्त्वविरहित हवा, (डिफ्लॉजिस्टिकेटेड एअर) उर्फ प्राणवायूचा आपला अत्यंत महत्त्वाचा शोध लावला. त्याची हकीगत पुढील प्रमाणें.—

"पाण्याप्रमाणें हवा हेंहि एक मूलद्रव्य आहे, तें अविनाशी व अविकार्य आहे, या तात्त्विक समजुतीइतकी जनमनावर दृढ झालेली दुसरी समजूत क्वचितच असेल. तथापि माझ्या संशोधनांत हवा हा पदार्थ अविकारी नाहीं, अशी माझी लवकरच खात्री झाली. पदार्थ जाळल्यामुळें 'ज्वलनतत्त्वानें' (फ्लॉजिस्टननें), प्राण्यांच्या श्वासोच्छ्वासानें व इतर अनेक रासायनिक कार्यांमुळें आपली हवा इतकी निराळी व घाणेरडी होते कीं, ज्वलनाच्या किंवा श्वासोच्छ्वासाच्या कार्यास ती पूर्ण नालायक बनते. परंतु प्राण्यांतील भयंकर चलनवलनामुळें, तसेंच वनस्पतिजन्य कार्यांमुळें व इतर कित्येक नैसर्गिक व्यापारांमुळें ही वरचेवर बिघडणारी हवा पुन्हां शुद्ध होत असते."

त्यानें एक बारा इंच व्यासाचें व वीस इंच केंद्रान्तराचें बाह्यगोल भिंग घेऊन त्याची उष्णता निरनिराळ्या पदार्थांस लावून त्यांपासून कोणते वायू निघतात, तें पाहण्याचा प्रयोग केला. तो ज्या पदार्थांस उष्णता लावावयाची तो पदार्थ एका पाऱ्यानें भरलेल्या भांड्यांत ठेऊन तें भांडें दुसऱ्या एका पाऱ्यानें भरलेल्या भांड्यांत उपडें ठेवीत असे. नंतर बाह्यगोल-भिंगाच्या साहाय्यानें त्या पदार्थास उष्णता पोंचवीत असे. अशा रीतीनें अनेक पदार्थांवर प्रयोग करीत असतां १ आगष्ट १७७४ रोजीं त्यानें हिंगुळावर हा प्रयोग केला. तेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं, हिंगुळापासून बाहेर पडणाऱ्या वायूमध्यें मेणवत्तीची ज्योत अधिक तेजोयुक्त होते. हाच अम्लजन उर्फ प्राणवायु होय. नंतर प्रीस्टलेनें अनेक प्रयोग करून त्याचे गुणधर्म शोधून काढले. त्यांत त्याला असें आढळून आलें कीं, अम्लांच्या घटकावयवांत प्राण हा एक प्रमुख घटक असतो: त्यामुळें ज्या पदार्थांत अम्ल असतें अशा कोणत्याहि पदार्थांतून उष्णता लावून हा वायु काढतां येतो. तसेंच हिरव्या जिवंत वनस्पतीवर सूर्याच्या उष्णतेचा परिणाम होऊन हा वायु बाहेर पडत असतो; व याच योगानें वातावरणांतील नेहमीं बिघडणारी हवा शुद्ध ठेवण्यास मुख्य मदत होते. वातावरणांतील प्राणवायूचें हें महत्त्व लक्षांत येतांच प्रीस्टलेनें उंदीर, किडे व शेवटीं स्वतः आपण हा शुद्ध प्राणवायु श्वासावरोबर पोटांत घेऊन पाहिला. त्या वेळचा अनुभव त्यानें नमूद केला आहे तो असा: "प्राणवायु घेतल्यानें माझ्या फुप्फुसांत साधी हवा घेतल्यानें होणाऱ्या परिणामापेक्षां फारसा निराळा परिणाम झाला नाहीं. परंतु नंतर कांहीं वेळ मला श्वासोच्छ्वास करण्यास फार हलकें व सोपें वाटलें. असा हा शुद्ध प्राणवायु पुढें कधीं मोठा चैनीचा पदार्थ म्हणून लोकप्रिय होणार नाहीं कशावरून? प्राणवायु औषधी या नात्यानें मोठा उपयुक्त असला तरी निरोगी स्थितींत तो नेहमीं शरीरांत घेणें योग्य होणार नाहीं."

प्रीस्टलेनें प्राणवायूच्या उपयुक्ततेबद्दल केलेलें भविष्य अगदीं खरें ठरलें असून आजकाल पुष्कळ डॉक्टर त्याचा हरहमेश उपयोग करीत असतात. प्राणवायु शोधून काढल्यानंतर कित्येक वर्षांनीं प्रीस्टलेनें स्वतःच त्याचे गुणधर्म पुढील प्रमाणें वर्णिले आहेत. "वातावरणांतील प्राणवायु हा घटकच ज्वलनकार्याला व प्राणिमात्रांनां जिवंत राहण्याला अत्यंत आवश्यक आहे. या वायूच्या साहाय्यानें अत्यंत तीव्र उष्णता उत्पन्न करतां येते. या शुद्ध प्राणवायूमध्यें प्राणी ठेवल्यास ते सामान्य हवेंत राहून जगतात त्यापेक्षां पांचपट वर्षें अधिक जगतील. साध्या हवेंत श्वासोच्छ्वास करीत असतां हा वायु आपल्या फुप्फुसांत शिरून रक्तांत मिसळतो व तें रक्त शुद्ध लाल बनवितो; व बाकीचा शरीरांतील रक्तांतल्या वायूबरोबर मिसळून श्वासोच्छ्वासावरोबर बाहेर पडतो. ज्वलनतत्त्वविरहित हवा पाण्यांत मिसळते व त्यावर पाण्यांतले मासे जिवंत राहूं शकतात.

कार्ल विल्हेम स्चील.—प्राणवायूचा शोध लागल्यानें "ज्वलनतत्त्वउपपत्तीवर शेवटचा अघात पडून ती मृतप्राय झाली, तथापि खुद्द प्रीस्टले तें मान्य करीना. स्टाल्च्या

सुप्रसिद्ध उपपत्तीला पूर्णपणें मूठमाती देऊन आधुनिक रसायनशास्त्राची भक्कम पायावर उभारणी करण्यांत स्वीडनमधील कार्ल विल्हेम स्वीलचे शोधहि फार उपयोगी पडले आहेत. स्वीलनें (१७४२–१७८६) प्रीस्टलेनंतर कांहीं काळानें पण अगदीं स्वतंत्र रीतीनें प्राणवायूचा शोध लाविला. या स्वीडनमधील शास्त्रज्ञानें अगदीं अल्पावधींत इतके नामांकित शोध लाविले कीं, त्या योगानें तत्कालीन इतर सर्व शास्त्रज्ञांनां ग्रहण लागल्यासारखें झालें. निरनिराळ्या रासायनिक क्रियांचा उलगडा करण्यांत व नवे नवे रासायनिक पदार्थ शोधून काढण्यामध्यें त्याची बुद्धि हातखंडा काम करीत असे. प्रीस्टलेवरहि थोडक्याच अवधींत त्यानें नंबर मिळविला.

स्वील हा पॉमेरॅनियांतील स्ट्रालसंड गांवच्या एका व्यापाऱ्याचा मुलगा. लहान वयांत शाळेंत भाषा व वाङ्मय यांच्या अभ्यासाकडे त्याचें मन मुळींच लागेना, म्हणून त्याला वयाच्या चवदाव्या वर्षींच एका औषधविक्रीच्या दुकानांत शिकाऊ म्हणून ठेवण्यांत आलें. या कामांत त्याचें इतकें लक्ष लागलें कीं, औषधविक्रीच्या कामाव्यतिरिक्त सांपडणाऱ्या वेळांत तो रात्रंदिवस रसायनशास्त्रावरील पुस्तकें वाचून स्वतंत्रपणें प्रयोग करण्यांत घालवूं लागला. वरील नोकरींत असतांनाच १७७५ मध्यें स्टॉकहोममध्यें जाऊन तेथून लवकरच त्यानें आपल्या पहिल्या शोधाची माहिती त्या काळांतला स्वीडनमधील प्रमुख रसायनशास्त्रज्ञ बर्गमन याला कळविली. हा शोध द्राक्षाम्लाचा (टार्टेरिक असीडचा) होय. हें अम्ल त्यानें दारूच्या पिपांतील बुरशी (टार्टर किंवा विपाकक्षार) पासून निराळें काढलें होतें. या शोधापासून त्याच्या संशोधनकार्यास सुरुवात झाली; आणि तेव्हांपासून मरेपर्यंत सारखा तो नवे नवे शोध लावून प्रसिद्ध करीत होता. शिवाय त्या काळांत त्यानें औषधविक्रीचा धंदा चालू ठेवलाच होता, व त्यांत फारशी किफायत नसल्यामुळें बहुतेक दारिद्र्यांतच तो दिवस कंठीत असे. १७७७ मध्यें त्यानें हवा आणि अग्नि या विषयावरचें एक लहानसें पुस्तक लिहून प्रसिद्ध केलें. याच पुस्तकांत त्यानें स्वतंत्रपणें व प्रीस्टलेच्या प्राणाच्या शोधाची बातमी कानावर येण्यापूर्वीच स्वतः लावलेल्या प्राणवायूच्या शोधाची हकीगत दिलेली आहे. प्राणवायूला त्यानें अग्नि—वायु (फायर एअर) असें नांव दिलेलें आहे. शिवाय याच पुस्तकांत त्यानें हवा ही मुख्यतः प्राणवायु व नत्रवायु यांची बनलेली असते असें दाखवून दिलें आहे.

संशोधनाचें कार्य हातीं घेतल्यानंतर लवकरच स्वीलनें काळ्या मंगलद्विप्राणिदाचे (ब्लॅक ऑक्साईड ऑफ मँगनीझ) घटकावयव शोधून काढण्याचें कार्य सुरू केलें. या पदार्थांबद्दल शास्त्रज्ञांनां बरेच दिवस मोठें कोडें पडलेलें होतें. पण स्वीलनें त्याचे घटकावयव काय याचा तर शोध लावलाच, पण शिवाय त्यासंबंधीं प्रयोग चालू असतां, त्यांत प्राण, भार (बॅरिटा) व हर (क्लोरिन) यांचाहि शोध लावला. औद्योगिक व व्यापारी दृष्ट्या 'मंगला'पेक्षां हराचें महत्व फारच अधिक आहे. हराला वास फार तीव्र, नाकास झोंबणारा व गुदमरून सोडणारा येतो, आणि फुलें वनस्पती व इतर पदार्थांचे रंग नाहींसें करण्यास त्याचा फारच चांगला उपयोग होतो. कापडाचे रंग नाहींसे करण्याच्या कामीं त्याचा उत्तम उपयोग होऊं लागला, व त्यामुळें कपडे ओपवण्याची म्हणजे गवतावर ओले कपडे पसरून रंग नाहींसें करण्याची जुनी पद्धत बंद पडली. तथापि कपड्याचे रंग नाहींसे करण्याच्या कामीं हर वायूचा उपयोग करण्याची कल्पना स्वील याची नसून हराचा शोध लागल्यानंतर बर्थोलेट या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें काढलेली आहे. १७८५ मध्यें सदरहू फ्रेंच शास्त्रज्ञानें पॅरिस येथील शास्त्र विद्यापीठांत (अॅकेडमी ऑफ सायन्सेस) एक लेख वाचून दाखविला. त्यांत हरानें कपडा खराब न होतां त्याचा रंग निघूं शकतो असें सांगितलें. हरवायू पाण्यांत विद्रुत होऊं शकतो त्यामुळें रंगनिक्षालन करण्याचें कार्य तो चांगलें करूं शकतो. १७८६ मध्यें जेम्स वॅटनें पॅरिसला जाऊन बरथोलेटचा शुभ्रक (ब्लीचिंग) प्रयोग स्वतः पाहिला व इंग्लंडमध्यें परत येऊन कपडे शुभ्र करून देण्याचा स्वतंत्र कारखानाच काढला. तथापि आरंभींची रंगनिक्षालनाची पद्धत तितकी समाधानकारक नव्हती. त्याकरितां निरनिराळ्या सुधारणा होतां होतां शेवटीं मि. टेनंट नांवाच्या इसमानें हर व चुना यांच्या संयुक्त पदार्थाचा म्हणजे चुन्याच्या अधिहरायिताचा (क्लोराइड ऑफ लाइम) या कामीं उपयोग करण्याची कल्पना काढली; आणि चुन्याचें अधिहरायित हा पदार्थ अधिक स्वस्त असून शुद्ध हरापेक्षांहि ह्यानें रंगक्षालनाचें काम अधिक चांगलें होत असल्यामुळें टेनंटची पद्धत सर्वमान्य झाली आहे. कापडाच्या कारखानदारांनां या नव्या शोधाचा किती मोठा उपयोग होत आहे ही गोष्ट नीट लक्षांत येण्यास, जुन्या ओपवण्याच्या पद्धतीनें एखाद्या तागाच्या कापडाच्या लहानशा तुकड्याचा रंग नाहींसा करण्यास सबंध चार महिन्यांचा उन्हाळा लागत असे, व तेंच कार्य हल्लीं चुन्याच्या अधिहरायितानें चारदोन तासांत होऊं शकतें, एवढें सांगितलें तरी पुरे आहे.

सेंद्रिय रसायनशास्त्रांतील शोध.—स्वीलच्या काळापर्यंत सेंद्रिय रसायनशास्त्राचा प्रांत सामान्यतः असंशोधित स्थितींतच होता. परंतु या शास्त्रज्ञाच्या विलक्षण शोधक बुद्धीमुळें प्राणी व वनस्पती यांचें वर्गीकरण व अभ्यास बारकाईनें व शास्त्रीय पद्धतीनें तेव्हांपासून सुरू झाला; व तोंपर्यंत अज्ञात असलेलीं अनेक प्रकारचीं अम्लें व सेंद्रिय संयुक्त पदार्थ तयार होऊं लागले. पुष्कळ रासायनिक क्रियांचा उलगडा तो ज्वलनतत्त्वउपपत्तीच्या साहाय्यानेंच करीत असे; कारण प्रीस्टले प्रमाणें स्वीलचाहि त्या उपपत्तीवर अद्याप विश्वास होता. तथापि त्यानें लावलेले शोध बिनचूक आहेत. त्याच्या एकंदर उद्योगाची व शोधांची बरोबर कल्पना पुढील यादीवरून येईल. १७८० मध्यें त्यानें दुग्धाम्लाचा (लॅक्टिक ॲसिडचा) शोध लावून त्यानेंच दह्याला आंबटपणा येतो

असें दाखविलें. त्याच वर्षी त्यानें डिकाम्ल (म्युकिक ॲसिड) शोधून काढलें. नंतर तुंगस्याम्ल (टुंगस्टिक ॲसिड), पुढें १७८३ मध्यें स्निग्धशर्करा (ग्लिसिरीन), व तिच्या मागून जंबीराम्ल (सायट्रिक), रेवसाम्ल (मॅलिक), काष्ठाम्ल (आक्झॅलिक) व हरिताम्ल (गॅलिक), हीं अम्लें शोधून काढल्याचें त्यानें जाहीर केलें. शिवाय महत्त्वाची गोष्ट ही कीं, स्वीलनें स्वतः शोध लावले इतकेंच नव्हे तर ते शोध आपण कसे लावले हें त्यानें जगाला जाहीरपणें समजावून सांगितलें. कोणाहि रसायनशास्त्रज्ञाला ते पदार्थ बनवितां यावे म्हणून आपले सर्व प्रयोग त्यानें सविस्तर प्रसिद्ध केले. प्रशियन ब्ल्यूवरील याचे प्रयोग फारच विलक्षण होते. त्यांत त्याचे भयंकर परिश्रम व कल्पकता तर दिसून येतेच, पण तो पदार्थ प्राणघातक, विषारी असल्याचें त्याला माहित नसल्यामुळें तो निःशंकपणें त्याचा वास घेत असे, चव पहात असे, असें असून त्याला त्या विषाची बिलकुल बाधा कशी झाली नाहीं हें एक अजब कोडें आहे. स्वील आपल्या वयाच्या ४० व्या वर्षी दीर्घ परिश्रमामुळें आजारी पडून अल्प वयांतच मरण पावला. त्याची अखेरच्या आठ नऊ वर्षांत सांपत्तिक स्थिति बरीच चांगली होती. त्याला विद्यापीठाकडून वार्षिक देणगी मिळूं लागली होती. तथापि या देणगीचा फक्त एक-षष्ठांश तो आपल्या खाजगी खर्चाकडे लावून बाकी पांच-षष्ठांश आपल्या शास्त्रीय संशोधनाच्या कार्यास लावीत असे. मरणसमयाच्या सुमारास त्याची कीर्ति उच्च शिखरास पोहोंचली होती.

आधुनिक रसायनशास्त्राचा जनक लाव्हाझिए.—वर दिलेल्या अनेक संशोधकांच्या कार्यामुळें रसायनशास्त्राला व्यवस्थित व सोपपत्तिक स्वरूप देण्याचा समय प्राप्त झाला होता. वरील सर्व माहितीचा उपयोग करून घेणारा विद्वान् ग्रंथलेखकच पाहिजे होता. १८ व्या शतकांतील रसायनशास्त्रविषयक शोध चिरपरिणामी व केवळ क्रांतिकारक होते. त्या शोधांनीं मूल द्रव्यें व रासायनिक संयुक्त पदार्थ यांसंबंधाच्या सर्व जुन्या कल्पना पूर्णपणें बदलून टाकिल्या. पृथ्वी, आप, तेज व वायु यांनां अनेक शतकें मूलद्रव्य म्हणून लोक मानीत असत; पण त्यांपैकीं एकहि मूलद्रव्य नसून सर्व संयुक्त पदार्थ असल्याचें १८ व्या शतकांतील शास्त्रज्ञांनीं सप्रमाण सिद्ध केलें. प्राणवायूचा शोध लागल्यामुळें ज्वलनतत्त्वउपपत्तीहि पूर्णपणें नष्ट झाली. या नूतन संशोधनाच्या काळांत इंग्लंडमध्यें ब्लॅक, प्रीस्टले व कॅव्हेंडिश हे अचाट बुद्धीचे शास्त्रसंशोधक जन्मास आले; स्वीडनमध्यें स्वील व बर्गमन हे दोघे निपजले; आणि या इंग्लिश व स्वीडिश शास्त्रज्ञांच्या संशोधनसमुच्चयानें रासायनिक कार्यविषयींच्या एकंदर माहितीला शास्त्रीय स्वरूप देण्याची सिद्धता झाली. त्या सिद्धतेचा फायदा घेऊन आधुनिक रसायनशास्त्राच्या टोलेजंग इमारतीचा प्रथम भक्कम पाया घालण्याचें काम एका फ्रेंच शास्त्रज्ञानें केलें. त्याचें नांव ॲंटोईन लॉरेंट लाव्हाझिए होतें. लाव्हाझिएनें (१७४३-१७९४) आपल्या पूर्वीच्या पिढींतील व समकालीन शास्त्रज्ञांच्या संशोधित माहितीस एकत्र करून बरोबर अर्थ लावून नवीन पारिभाषिक शब्द योजून वर्गीकरण करून शास्त्रीय स्वरूप दिलें.

आपआपल्या मातृभूमीला ललामभूत होऊन वसलेल्या उपरिनिर्दिष्ट रसायनशास्त्रविशारद पुरुषांची त्यांच्या तत्कालीन देशबांधवांनीं कशी काय संभावना केली त्याचा इतिहासहि मोठा मनोरंजक आहे. स्वील व बर्गमन यांच्या परिश्रमांबद्दल स्वीडननें त्यांचा मोठा गौरव करून त्यांनां बक्षिसें दिलीं. इंग्लंडनें कॅव्हेंडिशच्या करामतीचें तितकें कौतुक केलें नाहीं; उलट यूरोपखंडांतील इतर देशांतच त्याची वाहवा अधिक झाली. प्रीस्टलेला, तर त्याच्या देशांतील मायेफिरू लोकांनीं देशाबाहेर घालविलें; व लाव्हाझिएला फ्रेंचांनीं फांशी दिलें. यावरून त्या काळीं देशसेवा अगर शास्त्रसेवा किती दुर्घट होती हें दिसून येतें.

लाव्हाझिएचें पूर्वचरित्र.—रसायनशास्त्रांतील क्रांतिकर्ता पुरुष लॅव्हाझिए हा पॅरिसमध्यें एका श्रीमंत घराण्यांत जन्मला होता. त्याचें शिक्षण तत्कालीन उत्तम विद्वान् अशा शिक्षकाजवळ झालें. लॅकेलजवळ गणित व ज्योतिषशास्त्र, ज्यूसोजवळ वनस्पतिशास्त्र व शेवटीं रौलजवळ रसायनशास्त्र शिकून तो तयार झाला. याचा पहिला निबंध पॅरिसमधील रस्त्यांतील दिव्यांच्या सोयींसंबंधीं होता. असा निबंध लिहिण्याकरितां त्या वेळच्या एम. डी. सार्टिन नामक पोलिस अधिकाऱ्यानें बक्षीस लाविलें होतें. हें बक्षीस लाव्हाझिएला मिळालें नाहीं; तथापि त्यानें केलेल्या सूचना खुद्द राजाला इतक्या पसंत पडल्या कीं, त्यांबद्दल या तरुण लेखकाला एक सोन्याचें पदक १७७६ च्या एप्रिल महिन्यांत शास्त्रविद्यापीठा (अकेडमी) मार्फत देण्यांत आलें. पुढें दोनच वर्षांनीं लाव्हाझिए आपल्या वयाच्या ३५ व्या वर्षी त्या शास्त्रविद्यापीठाचा (अकेडमीचा) सभासद झाला. त्याच वर्षी त्यानें रसायनशास्त्रांतील संशोधनास स्वतःस पूर्णपणें वाहून घेतलें, व स्वतःच्या घरींच प्रयोगशाळा तयार करून तींत मोठाल्या किंमतीचीं शास्त्रीय उपकरणें व रासायनिक द्रव्यें ठेविलीं. या प्रयोगशाळेचा फायदा घेण्याची पॅरिसमधील सर्व शास्त्रज्ञांस त्यानें मोकळीक दिली असल्यामुळें त्याला मोठमोठ्या शास्त्रज्ञांच्या परिचयाचा लाभ झाला. या प्रयोगशाळेंत प्रथम हें दाखविण्यांत आलें कीं, पाण्याचें अनेकवार ऊर्ध्वपातन केलें म्हणजे त्याचें पृथ्वी ह्या मूलतत्त्वांत रूपांतर होतें, हा चिरकालीन समज चुकीचा आहे; तसेंच भांड्याच्या छिद्रांतून जाऊं शकतील इतके अतिसूक्ष्म वायुरूप परमाणू पाण्याचे बनवितां येतात हा समजहि चुकीचा आहे. या दोन्ही गोष्टी लाव्हाझिएनें १७६८-६९ सालीं स्वतःप्रयोग करून दाखवून सिद्ध केल्या. यांपैकीं एक प्रयोग पुरा करावयास तर त्याला एकशें एक दिवस लागले होते.

ज्वलनतत्त्व उपपत्तीवर आघात.—१७७१ सालीं धातूंचें भस्म करण्यासंबंधाचे प्रयोग करून त्यानें ' ज्वलनतत्त्व विषयक उपपत्ती ' विरुद्ध पहिला हल्ला चढविला. धातु जाळली असतां तींतून ' ज्वलनद्रव्य ' बाहेर पडून खालीं भस्म उरतें; आणि उलट त्या भस्मांत गव्हाचे दाणे किंवा कोळसे घालून जाळल्यास पुन्हां पूर्वीची धातु जशीची तशी तयार होते, या किमयाशास्त्रांतील अनुभवासंबंधानें पूर्वी उल्लेख आलेलाच आहे. यांतील दुसऱ्या क्रियेचें म्हणजे भस्मापासून पुन्हां धातु बनविण्याच्या क्रियेचें त्यानें सूक्ष्म निरीक्षण केलें त्यावेळीं त्याला असें दिसून आलें कीं, ती क्रिया चालू असतां ' स्थिर हवा ' उर्फ कर्बाम्ल वायु बाहेर पडत असतो. पदार्थ आंबवून मद्य करण्याच्या वेळीं बाहेर पडणारा वायु, अल्कांतून बाहेर पडणारा वायु व वरील वायु हे एकाच प्रकारचे होत. नंतर त्यानें धातूचें भस्म करण्याचा प्रयोग केला. त्यांत त्याला असें आढळलें कीं, ही क्रिया होत असतां ज्वलनतत्त्व वगैरे कोणतेंहि द्रव्य बाहेर जात नसून उलट त्या धातूशींच बाहेरील द्रव्य संयोग पावतें. हें द्रव्य म्हणजे हवा असून जितकी हवा संयोग पावते तितकेंच त्या धातूचें वजन वाढतें. हे प्रयोग करीत असतां लाव्हाझिए हा प्रीस्टलेनें दोन वर्षें मागून लावलेल्या प्राणाच्या व हवेच्या घटकावयवासंबंधाच्या दोन मोठ्या शोधांच्या जवळ जवळ आला होता.

हिऱ्याचें रूपाविष्करण.—यानंतर या बड्या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें हिऱ्यांतल्या घटकावयवासंबंधानें शोध सुरू केले. विद्यापीठा (अकेडमी) मधील स्विर्नहौझेनच्या मोठ्या बाह्यगोल भिंगांच्या मदतीनें त्यानें उष्णता लावून कित्येक हिरे जाळले. स्वतःच्या वडिलार्जित श्रीमंतीमुळें असले मौल्यवान हिरे जाळून टाकण्यास त्यास कांहींच दिक्कत वाटली नाहीं. या प्रयोगांत हिरे जळतांना जो वायु बाहेर पडला तो चुन्याच्या निवळींतून घालविला असतां खडू बनला, यावरून तो कर्बाम्ल वायु होता हें उघडच सिद्ध झालें. आणखी दुसरे जे पदार्थ कर्बाम्ल वायु बाहेर टाकतात, म्हणून ठाऊक होते त्यांवर प्रयोग करीत असतां लाव्हाझिएला असें आढळून आलें कीं, हिरा व कोळसा हे रासायनिक दृष्ट्या एकाच जातीचे आहेत.

ज्वलनतत्त्वविषयक उपपत्ति खोटी ठरते.–१७७४ मध्यें प्रीस्टलेनें ' ज्वलनतत्त्व विरहित ' हवेचा—प्राणाचा—शोध लावला. त्यानंतर चार वर्षांनीं लाव्हाझिएनें असा सिद्धान्त मांडला कीं, प्राण वायु हें सृष्टींतील हरएक पदार्थांना अम्ल बनविणारें किंवा अम्लयुक्त करणारें तत्त्व आहे. उदाहरणार्थ, कोळसा (म्ह० कर्ब) याशीं प्राण संयुक्त केल्यास कर्बाम्ल बनतें तो गंधकाशीं संयुक्त केल्यास गंधकाम्ल बनतें, नत्राशीं संयुक्त केल्यास नत्राम्ल बनतें, इत्यादि. तसेंच या प्राणवायूचा कोणत्याहि धातूशीं संयोग केल्यास तिचें प्राणिद किंवा भास्मिल बनतें. शिवाय त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, ज्वलनक्रिया होत असतां ' ज्वलनतत्त्व ' म्हणून म्हणतात तसला कोणताहि पदार्थ बाहेर पडत नसून ती क्रिया प्राण व उष्णता यांच्या संयोगानें होत असते. या सिद्धान्तामुळें ' ज्वलनतत्त्वविषयक उपपत्ति ' ठार झाली.

नूतन परिभाषा.-१७८७ मध्यें लाव्हाझिए यानें गायटन डी मॉर्व्हो, बर्थोलेट व फौरक्रॉय या शास्त्रज्ञांच्या मदतीनें रसायनशास्त्रांत नवीन शोधांस अनुसरून शब्दयोजना केली. ज्वलनतत्त्वउपपत्ति आतां नामशेष झाल्यामुळें 'ज्वलनतत्त्वरहित', 'ज्वलनतत्त्वयुक्त' व इतर पूर्वीचे किमयाशास्त्रान्तर्गत शब्दप्रयोग टाकून देणें जरूर होतें. रसायनशास्त्रविषयींच्या कल्पनांत आतां क्रांति झाली असल्यामुळें तच्छास्त्रीय परिभाषेंतहि क्रांति होणें अपरिहार्य होतें; आणि ही क्रांति घडवून आणण्याचें श्रेय लाव्हाझिए यास आहे. त्यानें ' रसायनशास्त्राची मूलतत्त्वें ' (एलेमेंट्स ऑफ केमिस्ट्रि) हें पुस्तक लिहून प्रसिद्ध केलें, व त्यांत वरील नवीन बनवलेले पारिभाषिक शब्द वापरले. हे नवे शब्द शास्त्रज्ञांनां इतके पसंत पडले कीं, त्यांनीं ते तावडतोब प्रचारांत आणले. यासंबंधानें लाव्हाझिए स्वतः म्हणतो"धातुभस्माबद्दल प्राणिद(ऑक्साइड)असा शब्द वापरण्याचें आम्ही ठरविलें आहे.पदार्थांशीं अगदीं शेवटच्या कमी प्रमाणांत प्राण संयुक्त केल्यास प्राणिद तयार होतात. त्यापेक्षां अधिक प्रमाणांत सामील केल्यास अम्लें तयार होतात त्यांनां नत्रसाम्ल, गंधकाम्ल (नायट्रस ॲसिड, सल्फ्यूरस ॲसिड) अशीं नांवें आहेत. यापेक्षांहि अधिक प्रमाणांत प्राणवायु संयुक्त केल्यास जीं अम्लें बनतात त्यांनां नत्राम्ल, गंधकाम्ल (नायट्रिक असिड, सल्फ्युरिक ॲसिड) इत्यादि नांवें आम्ही देतों. चवथा प्रकार जो सर्वांत अधिक प्राण संयुक्त करण्याचा, त्या रीतीनें तयार झालेल्या अम्लास प्राणयुक्त अम्ल (ऑक्सिजेनेटेड ॲसिड) म्हणावें. उदाहरणार्थ, प्राणयुक्त लवणाम्ल (ऑक्सिजेनेटेड म्यूरिआटिक ॲसिड) असा शब्द आम्हीं योजिलेला आहे. "

लाव्हाझिएचें हें नवें पुस्तक नवयुगारंभ करून देणारें होतें इतकेंच नव्हे तर क्रान्तिकारक होतें. या पुस्तकांत ज्वलनतत्त्व उपपत्तीला अर्धचंद्र तर मिळाला होताच, पण शिवाय सर्व धातू हीं मूलद्रव्यें आहेत, ' पृथ्वी ' व ' ज्वलनतत्त्व ' यांच्या संयोगानें बनलेले संयुक्त पदार्थ नव्हत, हेंहि सप्रमाण सिद्ध केलें होतें. तसेंच हवेप्रमाणें पाणी हाहि प्राण व दुसरें एक मूलद्रव्य यांचा बनलेला संयुक्त पदार्थ आहे, हें कॅव्हेंडिशचें मत ग्राह्य झालें होतें. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे लाव्हाझिएचें सदरहू पुस्तक 'रसायनशास्त्रावरील शास्त्रीय ग्रंथ ' या आधुनिक नामाभिधानास सर्वथैव पात्र होतें.

ज्वलनक्रियेचें स्पष्टीकरण.—ज्वलनक्रियेसंबंधानें लाव्हाझिएनें पुढीलप्रमाणें विवेचन केलें आहेः " ज्वलनक्रिया म्हणजे ज्वलनक्षम पदार्थ जळत असतां हवेंतून प्राण वायु निराळा होणें. हवेंतील मुख्य घटक जो प्राणवायु तो निराळा होऊन जळणाऱ्या पदार्थाशीं संयोग पावत असतो

आणि उष्णता व प्रकाश बाहेर पडत असतात. याप्रमाणें ज्वलनक्रिया म्हणजे प्राणसंयोग होय. परंतु प्रत्येक प्राणसंयोगक्रियेंत ज्वलन असतें असें मात्र नाहीं. कोणताहि पदार्थ जळूं लागण्याकरितां प्राणाचें त्याच्याकडे अधिक व उष्णतेकडे कमी आकर्षण व्हावयास पाहिजे; व तसेंच आकर्षण प्रत्येक पदार्थाला ठराविक उष्णता लागली म्हणजे सुरू होतें. हें उष्णमान निरनिराळ्या पदार्थांनां निरनिराळें लागतें, व त्याकरितां कोणताहि पदार्थ जळूं लागण्यासाठीं दुसरा उष्ण किंवा जळत असलेला पदार्थ त्याच्या जवळ आणावा लागतो. सृष्टीची आज जी समतोल स्थिति दिसत आहे ती, हवेंतील साधारण उष्णमानानें जे पदार्थ आपोआप जळण्यासारखे होते ते सर्व जळून गेल्यानंतर प्राप्त झालेली आहे. याच्या स्पष्टीकरणार्थ आपण असें समजूं कीं, आपलें नेहमींचें हवेंतील उष्णतामान पाण्याच्या कढण्याच्या बिंदू इतकें म्हणजे १०० अंश झालें आहे. अशा स्थितींत स्फुर नांवाचा पदार्थ जो बऱ्याच कमी उष्णमानानें जळूं लागतो तो मूळच्या स्थितींत सृष्टीमध्यें मुळींच कधीं सांपडणार नाहीं, तर तो अम्लाच्या उर्फ प्राणसंयुक्त स्थितींत नेहमीं असणार. आणि मूळ स्वरूपांतला तो पदार्थ सृष्टींतून अजीबात नाहींसा होणार. अशा रीतीनें पृथ्वीवरील उष्णता जर वाढत वाढत खूप वाढली तर सर्व ज्वलनक्षम पदार्थ एकामागून एक जळून जातील; व याप्रमाणें सर्व ज्वलनक्षम पदार्थ जळून गेल्यावर पृथ्वीवर ज्वलनक्षम पदार्थ म्हणून शिल्लक राहणार नाहीं. सर्व पदार्थ प्राणसंयुक्त स्थितींत उर्फ ज्वलनातीत स्थितींत सांपडतील. तात्पर्य, प्रत्येक ज्वलनक्षम पदार्थ त्याला जरूर तेवढी उष्णता पोहोंचली कीं जळूं लागतो म्हणजे त्याशीं प्राण संयुक्त होऊन उष्णता बाहेर पडूं लागते. व ती बाहेर पडणारी उष्णता ज्वलनबिंदूइतकी नमली कीं लगेच ज्वलनक्रिया बंद पडते."

लाव्हाझिएची उपपत्ति व प्रीस्टले.—याप्रमाणें सर्व रसायनशास्त्रज्ञांचा वर्ग १८ व्या शतकाच्या अखेरीस लाव्हाझिएचें नवें रसायनशास्त्र मान्य करूं लागला. पण एकटा डॉ. प्रीस्टलें मात्र तें मान्य करीना. वास्तविक त्याच्याच संशोधनानें नव्या रसायनशास्त्राचा बराचसा पाया रचला गेला होता. प्रीस्टले इतके नवे नवे रासायनिक पदार्थ कोणत्याच शास्त्रज्ञानें शोधून काढले नसतील. तरी पण शेवटपर्यंत तो त्या कामांत धंदेवाईक शास्त्रज्ञ म्हणून न पडतां केवळ शोकाखातर त्यानें तो व्यवसाय चालविला होता; कारण त्याचा खरा धंदा अखेरपर्यंत धर्मोपदेशकाचाच होता. प्रीस्टले अष्टपैलू विद्वान होता. तो रसायनशास्त्रज्ञ, शारीरशास्त्रज्ञ, गणितज्ञ, विद्युच्छास्त्रज्ञ होता; त्याचप्रमाणें तर्कशास्त्र, नीतिशास्त्र, मानसशास्त्र व अर्थशास्त्र यांशींहि त्याचा परिचय होता. इतकें असून त्यानें रसायनशास्त्रांत जितके नवे शोध लावले तितके बहुधा दुसऱ्या कोणत्याहि रसायनशास्त्रज्ञानें लावलेले नाहींत. त्याच्या बुद्धीस आकलन करतां न येण्यासारखा असा जगांत विषयच नव्हता. असें असतां रसायनशास्त्रांत इतकें स्वतंत्र संशोधन करण्यास व लेख लिहिण्यास त्याला फुरसद कशी मिळाली हें सामान्य मानवाला न उलगडणारें असें कोडेंच आहे.

अशा या अचाट बुद्धीच्या माणसानें शेवटपर्यंत लाव्हाझिएनें आपल्या नव्या रसायनशास्त्रावरील पुस्तकांत सरळ तर्कशास्त्रपद्धतीला धरून प्रस्थापित केलेले सिद्धान्त मान्य करूं नयेत, हें एक दुसरें अजब कोडें आहे. अगदीं अखेरपर्यंत अनेक मित्रांनीं समजूत घालण्याचा प्रयत्न केला असतांहि प्रीस्टलेनें आपला विरोध कायम ठेवला होता. इ. स. १८०० मध्यें त्यानें अमेरिकेंतून 'ज्वलनतत्त्वविषयक उपपत्तीचें समर्थन' (दी डॉक्ट्रिन ऑफ फ्लॉजिस्टन अपहेल्ड) नांवाचा लेख आपल्या आयुष्याच्या अगदीं अखेरीस लिहून यूरोपमध्यें पाठविला होता; व निदान त्याला स्वतःला तरी अखेरपर्यंत आपलाच विजय असल्याची पूर्ण खात्री वाटत होती.

जॉन डाल्टन व त्याचा परमाणुवाद.—आरंभ लहान असतो पण शेवट फार मोठा होतो, असें कांहीं वेळां घडतें. प्रस्तुत ठिकाणीं याला उदाहरण जॉन डाल्टन नामक एका खेडेगांवांत राहणाऱ्या व स्वयंशिक्षित तरुण क्वेकरचें आहे. १८ व्या शतकाच्या अखेरीच्या सुमारास या तरुणाचें लक्ष हवेंतील फेरबदलाविषयीं माहिती मिळविण्याकडे गेलें, व पाऊस किती पडला हें मापण्याकरितां त्यानें एक ओबडधोबड पर्जन्यमापक यंत्र तयार केलें. या साध्या प्रयोगापासूनच पुढें निरनिराळ्या दोन लाखांहून अधिक ठिकाणीं हवेसंबंधाची माहिती नमूद करून ठेवण्याची सोय करण्यांत आली; व या माहितीच्या साहाय्यानें हवामानशास्त्रांतील नवयुगारंभक असे शोध लावण्यांत आले. डाल्टनच्या शोधांचा हा केवळ आरंभ होता. या साध्या पर्जन्यमापक यंत्राचा १९ व्या शतकांतील एका अत्यंत महत्त्वाच्या सिद्धान्ताशीं कांहीं संबंध असेल असें सामान्य वाचकाला वाटत नाहीं. तथापि ज्या परमाणुविषयक अद्भुत सिद्धान्ताच्या (ॲटॉमिक थिअरीच्या) पायावर आधुनिक रसायनशास्त्राची अत्यंत भव्य इमारत उभारलेली आहे, तो सिद्धान्त डाल्टनला हवामानशास्त्रविषयक शोधांवरूनच सुचला, हें लक्षांत ठेवण्यासारखें आहे. ही गोष्ट पुढील प्रमाणें घडून आली. डाल्टन पर्जन्यविषयक माहिती गोळा करीत असतां त्याचें लक्ष साहजिकच पाण्याची वाफ होते त्या क्रियेकडे गेलें. लवकरच त्याची अशी खात्री झाली कीं, वातावरणांत पाण्याची वाफ ही स्वतंत्रपणें रहात असली पाहिजे. आणि दोन पदार्थ एकाच वेळीं एकाच ठिकाणीं राहूं शकत नसल्यामुळें हवेंतील ह्या निरनिराळ्या वायूंचे कण अलग स्थितींत रहात असले पाहिजेत. हे कण इतके सूक्ष्म असतात कीं, ते आपल्या डोळ्यांस तर दिसत नाहींतच, पण त्यांची कल्पनाहि नीट होणें कठिण आहे. तथापि हा अत्यंत सूक्ष्म कण पाण्याचाच

अंश होय यांत शंका नाहीं. हा कण संयुक्त पदार्थ असून कॅव्हेंडिशनें सिद्ध केल्याप्रमाणें तो प्राण व उज्ज या दोन वायुरूप मूलद्रव्यांचा बनलेला असतो. उज्जाचा एक कण व प्राणाचा एक कण संयुक्त होऊन पाणी या पदार्थाचा कण बनेल. याप्रमाणें १८०३ सालीं डाल्टनला रसायनशास्त्रांतील परमाणूंची कल्पना बरोबर झाली. पाण्याविषयींच्या या सिद्धांतावरून या मूळ परमाणूंच्या वजनांचें परस्पर प्रमाण ठरविण्याचें साधन त्यास मिळालें. उदाहरणार्थ, जर एक पौंड वजनाचा उज्ज साडेपांच पौंड वजनाच्या प्राणाशीं संयुक्त होत असेल, तर उज्जाच्या परमाणूच्या साडेपांच पट प्राणाच्या परमाणूचें वजन असलें पाहिजे. इतर संयुक्त पदार्थांवरहि त्यानें प्रयोग करून पाहिले तेव्हां त्याला असें आढळलें कीं उज्जच सर्वांत अल्पप्रमाणांत इतर मूलद्रव्यांच्या परमाणूंशीं संयुक्त होत असतो. म्हणून उज्जाच्या परमाणूबरोबर इतरांच्या परमाणूंची तुलना करून त्यांचीं वजनें त्यानें कायम केलीं. उज्जाचें वजन १ मानल्यास प्राणाचें वजन ५.५ होतें, व पाण्याचें ६.५ होतें. याप्रमाणें सुमारें वीस पदार्थांचीं वजनें त्यानें नक्की करून त्या माहितीसंबंधाचा एक लेख त्यानें १८०३ सालीं आक्टोबरच्या २१ तारखेस मँचेस्टर येथील वाङ्मय व तत्त्वज्ञानविषयक सभेपुढें (लिटररी व फिलॉसफिकल सोसायटी) वाचला. परंतु त्या लेखाच्या द्वारें जगापुढें एक अत्यंत महत्त्वाची व बहुफलदायी कल्पना मांडली जात आहे ही जाणीव खुद्द डाल्टनला तरी त्या वेळीं होती किंवा नाहीं याबद्दल शंका आहे.

गुणकप्रमाणाचा नियम व डाल्टनच्या सिद्धान्तास पुष्टि.—डाल्टनच्या समकालीन शास्त्रज्ञांस तरी डाल्टनच्या या नव्या परमाणुविषयक सिद्धान्ताचें फारसें महत्त्व वाटलें नाहीं. शिवाय त्या वेळीं दुसरा एक महत्त्वाचा वाद माजून राहिला होता, व त्याच्या निकालावर डाल्टनच्या सिद्धांताची सत्यासत्यता बरीच अवलंबून होती. तो वाद असा कीं, मूलद्रव्यांचे परमाणू कांहीं ठराविक प्रमाणांतच इतरांशीं संयोग पावतात, किंवा हें प्रमाण ठरलेलें नसतें. लाव्हाझिएचा सहकारी बर्थोलेट या बड्या शास्त्रज्ञाचें मत असें पडलें कीं, हें प्रमाण ठराविक नसून पुष्कळ भिन्नभिन्न असूं शकतें, व विद्रावण ही देखील एक प्रकारची रासायनिक क्रिया आहे. परंतु खुद्द बर्थोलेटचा शिष्य लुई जोसेफ प्रौस्ट यानें व इतर कित्येक प्रसिद्ध शास्त्रज्ञांनीं बर्थोलेटच्या म्हणण्यास विरोध केला. बर्थोलेटचें वजन व लौकिक मोठा असल्यामुळें त्याचें मत आरंभीं जरी कांहीं काळ ग्राह्य होऊन बसलें, तरी अखेर पुष्कळ विरुद्ध पुरावा पुढें येऊन प्रौस्ट व त्याचे पक्षपाती यांचेंच म्हणणें खरें ठरलें. १९ व्या शतकाच्या प्रथम पादांत हें सर्वत्र मान्य झालें कीं, रासायनिक मूलद्रव्यें हीं कांहीं ठराविक प्रमाणांतच एकमेकांशीं संयोग पावतात. शिवाय असेंहि आढळून आलें कीं, मूलद्रव्यांचे परमाणू विवक्षित प्रमाणांत एकमेकांत मिसळतात इतकेंच नव्हे, तर त्या प्रमाणांचा परस्परसंबंधहि कांहीं ठराविक असतो. उदाहरणार्थ, जर 'अ' नांवाचें मूलद्रव्य 'आ' या मूलद्रव्याच्या दोन निरनिराळ्या प्रमाणांशीं संयुक्त होऊन दोन पदार्थ बनत असले, तर 'आ' या मूलद्रव्याचें मोठें प्रमाण लहान प्रमाणाच्या कांहीं पूर्ण पटीइतकें असतें. हा गुणकप्रमाणाचा चमत्कारिक नियम प्रथम डॉ. वोलॅस्टन नामक सूक्ष्म संशोधकाच्या निदर्शनास आला. व त्यास जोडून जेकब बर्झेलस या स्वीडिश शास्त्रज्ञानें पुष्टि देऊन बळकट केलें. परंतु मूलद्रव्यें ठराविक प्रमाणांत संयोग पावतात ही गोष्ट १८०२ मध्यें डाल्टननेंच ओळखली होती, व म्हणूनच तो अणूंचीं वजनें काढण्यास प्रवृत्त झाला होता. अशा रीतीनें डाल्टनचा परमाणुविषयक सिद्धांत पूर्णपणें खरा व मान्य ठरला.

संयोजक आकारमानांचा नियम.—याच काळांत जोसेफ लुई गाय लुझॅक नामक एक फ्रेंच शास्त्रज्ञ वायूसंबंधानें प्रयोग करून पहात होता. १८०९ मध्यें त्यानें आपली संशोधनविषयक माहिती प्रसिद्ध केली. तींत ही महत्त्वाची गोष्ट होती कीं, एकमेकांशीं संयोग पावणाऱ्या वायूंचीं आकारमानें समान उष्णमान व दाब असतांना कांहीं विशिष्ट संख्यात्मक प्रमाणांतच संयुक्त होतात. उदाहरणार्थ, प्राणाच्या एक आकारमानाबरोबर उज्जाचीं दोन आकारमानें संयोग पावून पाणी बनतें. शिवाय या नवीन बनलेल्या संयुक्त पदार्थांच्या आकारमानाचेंहि मूलद्रव्याच्या संयोजक आकारमानांशीं ठराविक प्रमाण असतें. उदाहरणार्थ, उज्जाचीं दोन आकारमानें व प्राणाचें एक आकारमान मिळून पाण्याच्या वाफेचीं बरोबर दोनच आकारमानें तयार होतात. यावरून ॲव्होगाड्रो यानें असें दाखवून दिलें कीं उष्णमान व दाब यांच्या समानस्थितींत सर्व वायूंच्या समान आकारमानांत अणूंची संख्या समानच असली पाहिजे. याचा अर्थ असा कीं वायुरूप स्थितींत सर्व अणूंचीं आकारमानें समान असतात. विजातीय (अगर सजातीय) दोन अगर अधिक परमाणूंचा संयोग होऊन जो अल्प कण बनतो त्यास त्यानें मॉलेक्यूल म्हणजे अणु ही संज्ञा दिली. या गायलुझॅकच्या शोधाचा परमाणुसिद्धांतपक्षीयांनीं फायदा घेतला. खुद्द डाल्टननें मात्र या शोधाला विरोध केला. तथापि आतांपर्यंत असंख्य शास्त्रज्ञांनां गाय लुकॅझचा शोधच बरोबर असल्याचा प्रत्यय आलेला आहे, आणि आधुनिक परमाणुविषयक सिद्धांताची सर्व उभारणी या संयोजक आकारमानसिद्धान्तावरच झालेली आहे.

डाल्टनच्या परमाणुवादास मान्यता.—वर सांगितलेल्या नियमामधून सूचित होणारा अणु व परमाणु यांमधील हा अत्यंत महत्त्वाचा फरक १८११ मध्यें प्रसिद्ध झाला. नंतर चार वर्षांनीं ॲम्पीअर या सुप्रसिद्ध फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञानें एतत्सदृश एक उपपत्ति तयार करून या नियमाचा आपल्या हिशेबांत उपयोग केला. इतकें झाल्यावर

अॅव्होगाड्रोचा नियम एक सर्वंध पिढी जाईपर्यंत दृष्टिआड पडून राहिला. परमाणूंविषयींची अन्तर्गत गूढें उकलण्याचा जो प्रयत्न चालू होता त्याची मूळ किल्ली या नियमांतच आहे असा यत्किंचित्‌हि संशय न आल्यामुळें त्या वेळच्या रसायनशास्त्रज्ञांनीं तो नियम बाजूला टाकून दिला, व रसायनशास्त्रज्ञांत त्याची आठवणहि बुजत चालली.

तथापि असें झालें याचें फारसें आश्चर्य वाटण्याचें कारण नाहीं; कारण अॅव्होगाड्रोचा नियम परमाणुसिद्धान्तावर उभारलेला होता आणि १८११ पर्यंत तर हा परमाणुसिद्धान्तच खरा किंवा खोटा हें निश्चित ठरविण्याचें काम चालू होतें. गुणक प्रमाणाचा नियम अनुभवसिद्ध गोष्ट म्हणून सामान्यतः मान्य करण्यांत आला होता, पण बरेच प्रमुख रसायनशास्त्रज्ञहि डाल्टननें दिलेल्या या नियमाच्या उपपत्तीकडे संशयित दृष्टीनें पहात होते. उदाहरणार्थ, वोलॅस्टन या शास्त्रज्ञाचा कल डाल्टनचें मत ग्राह्य करण्याकडे होता तरी त्यानें 'अॅटम' म्ह० 'परमाणु' हा शब्द न वापरतां 'इक्विव्हॅलंट' म्ह० संयोगभारांक हा संदिग्धार्थी शब्द वापरावा असें सुचविलें होतें. तसेंच डेव्ही या शास्त्रज्ञानेंहि तशाच कारणाकरितां १८१२ मध्यें लिहिलेल्या एका पुस्तकांत 'प्रपोर्शन्स' म्ह० प्रमाणें हा शब्द वापरून या 'प्रमाणाचें' स्वरूप काय त्याबद्दल कोणाताच सिद्धान्त ग्राह्य नसल्याचें दर्शविलें होतें.

त्या वेळच्या दोन बड्या शास्त्रज्ञांनीं मात्र डाल्टनचें परमाणुविषयक मत फारसे आढेवेढे न घेतां मान्य केलें. यांपैकीं एक एडिंबरो येथील अध्यापक टॉमस थॉम्सन हा होय. यानें १८०७ मध्यें एक पुस्तक प्रसिद्ध करून त्यांत डाल्टनच्या सिद्धान्ताचें स्थूल वर्णन दिलें होतें. या पुस्तकाचा खप पुष्कळ झाला व त्यानेंच रसायनशास्त्रीय जगापुढें सदरहू सिद्धान्त मांडला गेला. परमाणुविषयक सिद्धान्ताचा दुसरा व अधिक प्रसिद्ध पुरस्कर्ता जोहान जेकब बर्झेलियस हा होय. या थोर स्वीडिश रसायनशास्त्रज्ञानें प्रयोगशाळेमध्यें शक्य असलेल्या रीतींनीं परमाणुसिद्धान्तास कसोटी लावून पाहण्याचें काम एकदम सुरू केलें. पृथक्करणात्मक रासायनिक क्रियांमध्यें तो अत्यंत कुशल होता, व निरनिराळ्या मूलद्रव्यांचीं संयोगी करणाच्या वेळचीं वजनें उर्फ 'संयोगभारांक' किंवा 'प्रमाणें' काय असतात तें ठरविण्याच्या कार्यांत त्यानें फार वर्षें घालविलीं होतीं. एतद्विषयक त्याचे बिनचूक निर्णय सुद्धां केवळ अनुभवसिद्ध गोष्टींचें टिपण म्हणून होतें, त्यांत सर्वसामान्य सिद्धान्त असा मुळींच ठरविलेला नव्हता. परंतु हळूहळू हें अधिकाधिक स्पष्ट होत गेलें कीं, त्याच्या सर्व निर्णयांचा डाल्टनच्या परमाणुविषयक सिद्धांताशीं बरोबर मेळ जमतो. हें सिद्ध झाल्यावर मग मात्र सामान्यपणें सर्वांच्या संमतीनें मूलद्रव्यांचीं संयोगीकरणाच्या वेळचीं प्रमाणबद्ध वजनें यांनांच 'परमाणुभारांक' ('अॅटॉमिक वेट्स') असें नांव पडलें. हेंच नांव डाल्टननें त्यांना प्रथम दिलें होतें. अशा रीतीनें रासायनीय परमाणु हा एक विशिष्ट रचनेचा व विशिष्ट वजनाचा पदार्थ असतो ही कल्पना हळूहळू मान्य होत गेली.

रासायनिक सारण्या.—डाल्टनच्या मनांत ही कल्पना प्रथमपासून अत्यंत स्पष्ट स्वरूपांत होती. निरनिराळ्या मूलद्रव्यांच्या परमाणूंनां निरनिराळीं भूमितिशास्त्रांतर्गत चिन्हें म्हणजे उदाहरणार्थ, प्राणाच्या परमाणूबद्दल वर्तुल, उज्जाच्या परमाणूबद्दल मध्यबिंदुयुक्त वर्तुल, इत्यादि तो वापरीत असे. संयुक्त पदार्थ दर्शविण्याकरितां या खुणा एकमेकासंनिध लिहिण्यांत येत असत. बर्झेलियसनें ही पद्धति सुधारण्याचें ठरवून भूमितिविषयक खुणांच्या ऐवजीं प्रत्येक मूलद्रव्य तद्वाचक लॅटिन नांवाच्या आद्याक्षरानें दर्शविण्याचा उपक्रम सुरू केला, आणि विशिष्ट संयुक्त पदार्थामध्यें विशिष्ट मूलद्रव्याच्या परमाणूंची संख्या किती असते तें मूलद्रव्याभिदर्शक आद्याक्षरापुढें तितका आंकडा लिहून दर्शविण्याचें ठरविलें. उदाहरणार्थ, प्राणाबद्दल 'प्र,' उज्जाबद्दल 'उ' अशीं अक्षरें आपणांस योजितां येतील व पाणी या संयुक्त पदार्थाबद्दल 'उ२प्र' असें लिहितां येईल. ही सोपी पद्धति लवकरच सर्वमान्य झाली, आणि थोडक्याशा फरकानें ती अद्यापहि सर्वत्र प्रचारांत आहे. उ२प्र याचा अर्थ उज्जाचे दोन परमाणू प्राणाच्या एका परमाणूशीं संयुक्त होऊन पाणी या संयुक्त पदार्थाचा एक अणु बनतो असा घ्यावा. ही पद्धति आतां सर्वसंमत झाली आहे. परंतु बर्झेलियसच्या वेळच्या अत्यंत हुषार रसायनशास्त्रज्ञालाहि अशा प्रकारच्या सारणीचा अर्थ समजला नसता.

एतद्विषयक आणखी दोन शोध.—या थोर स्वीडीश शास्त्रज्ञाच्या सार्वत्रिक प्रसिद्धीमुळें त्याच्या संज्ञा व त्यानें ठरविलेले परमाणुभारांक (अॅटॉमिक वेट्स) लवकरच सर्वत्र प्रचारांत आले. त्यामुळें दोन नवे महत्त्वाचे शोध लागून परमाणुविषयक सिद्धान्ताच्या खरेपणाबद्दलच्या उरल्या सुरल्या सर्व शंका पार नाहींशा झाल्या. १८१९ मध्यें ड्युलॉंग व पेटिट या दोन फ्रेंच पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांनां उष्णतेविषयींचे प्रयोग करून पहात असतांना असें आढळून आलें कीं घनपदार्थांची विशिष्ट उष्णता (म्हणजे विशिष्ट द्रव्याच्या घनपदार्थाचें विशिष्ट उष्णमान वाढविण्यास लागणारी उष्णता) त्यांच्या परमाणुभारांकांशीं व्यस्त प्रमाणांत असते. त्याच वर्षी ईलहार्ड मिश्चरलिच या जर्मन संशोधकाला असें दिसून आलें कीं, अणूंमधील परमाणूंची संख्या सारखीच असलेल्या सर्व संयुक्त पदार्थांचे स्फटिकीभवनाचे कोन एकच असतात. या गुणधर्माला त्यानें 'आयसॉमॉर्फिझम' म्हणजे 'समाकृतिकत्व' असें नांव दिलें.

येणेंप्रमाणें ह्या ज्या दोन नव्या व स्वतंत्र अनुभवसिद्ध गोष्टी पुढें मांडण्यांत आल्या, त्यांचा ठराविक वजनाचे रासायनिक परमाणू एकत्र होऊन संयुक्त पदार्थ बनलेले असतात या

अनुमानाशीं फार चमत्कारिकपणें मेळ बसला. हा केवळ आकस्मिक योग असणें खास शक्य नाहीं—यानें सामान्य नियम दिग्दर्शित केला जात आहे. आणि म्हणून ड्युलाँग व पेटिट यांचें आणि मिश्चरलिचचें म्हणणें खरें असल्याचें इतर संशोधकांनीं मान्य करतांच परमाणूच्या विशिष्ट उष्णते संबंधाचा व समानाकृतिकत्वाचा नियम यांचीं रसायनशास्त्राच्या प्रगतीचीं नवीं साधनें म्हणून गणना होऊं लागली. या नव्या साधनांच्या साहाय्यानें परमाणुसिद्धान्ताभोंवतीं प्रत्यक्षसिद्ध अशा गोष्टींचा अभेद्य कोटच उभारला गेला; यामुळें सदरहू सिद्धान्ताचा जनक जॉन डाल्टन हा साधा एका प्रांतांतला, शेवटपर्यंत जगापासून अर्धवट अलिप्त स्थितींत संशोधन करणारा, असा एका कोंपऱ्यांतील इसम असूनहि त्याचें नांव जगप्रसिद्ध झालें आहे; व अनंतकालपर्यंत रसायनशास्त्रज्ञशिरोमणि म्हणून त्याचें नांव असेंच दुमदुमत राहील.

हंफ्रे डेव्ही.—१९व्या शतकाच्या आरंभींच्या ज्या सालांत डाल्टन मँचेस्टर येथील आपल्या अप्रसिद्ध प्रयोगशालेमध्यें रसायनशास्त्रविषयक गोष्टी व सिद्धान्त यांचें संशोधन करीत बसला होता त्याच सालांत दुसऱ्या एका इंग्रजानें आपल्या अत्यंत आश्चर्यकारक शोधांनीं सर्व रसायनशास्त्रीय जगाचें लक्ष आपल्याकडे वेधून घेतलें होतें. ह्या इंग्रजाचें नांव हम्फ्रे डेव्ही हें होय. हा तरुण, कौंट रम्फोर्ड याच्या सांगण्यावरून, रॉयल इन्स्टिटयूट मधील रासायनिक तत्त्वज्ञान या विषयाच्या अध्यापकाच्या जागेवर रुजू होण्याकरितां १८०१ मध्यें लंडन येथें येऊन राहिला होता. ही अध्यापकाची जागा त्याच सुप्रसिद्ध अमेरिकन गृहस्थानें निर्माण केली होती.

विद्युत्प्रवाहानें रासायनिक पृथक्करण.—येथेंच डेव्हीच्या देखरेखीखालीं तावत्कालपर्यंत तयार केलेल्यांपैकीं सर्वांत मोठी व्होल्टीय (विद्युत्) घटमाला (व्होल्टेक बॅटरी) चालू करण्यांत आली. हिच्या साहाय्यानें हा हुषार तरुण प्रयोगकर्ता अगदीं अद्भुत चमत्कार करून दाखवील अशी पुष्कळांची अपेक्षा होती; आणि खरोखरच त्यानें अपेक्षकांची आशा बरीच सफळ केली. कारण, त्यानें आपल्या विद्युद्घटमालेच्या साहाय्यानें साधा सर्वांच्या परिचयाचा दाहक पालाश (पोटॅश) या पदार्थाचें रूपांतर करून त्याची धातु बनविली. ही धातु इतकी हलकी होती कीं ती पाण्यावर तरंगे; इतकेंच नव्हे तर अग्नि विझवून टाकणारें जें पाणी त्याच्याशीं या दाहकपालाशच्या धातूचा संबंध येतांच ती धातु उलट जळावयास लागे. शास्त्रज्ञांच्या दृष्टीनें हा अद्भुत चमत्कार नसला, तरी सामान्य लोकांच्या मनास ही गोष्ट अत्यंत अद्भुतच वाटते.

वास्तविक डेव्हीनें यांत एवढेंच केलें कीं, दाहकपालाशचें—ज्याला तोंपर्यंत मूलद्रव्य असें मानीत असत त्याचें—रासायनिक पृथक्करण केलें, व त्यांतून प्राणवायु निराळा करून मूळधातु काढली. हिला त्यानें पोटॅशम (पालाश) असें नांव योजिलें. ' सोडा ' या पदार्थावरहि त्यानें असाच प्रयोग करून उपर्युक्त धातूशीं साम्य असलेल्या सिंधु (सोडिअम) नांवाच्या धातूचा शोध लावला. या दोन्ही हि विलक्षण प्रकारच्या धातू असून त्यांच्या अंगीं प्राणवायूबद्दल विलक्षण स्नेह असतो. इतका कीं, पाण्याच्या अणूंतला प्राण स्वतःमध्यें नुसत्या स्पर्शानें ओढून घेण्याची शक्ति त्यांच्यामध्यें असते. केवळ अद्भुत गोष्ट या दृष्टीनें या शोधांना महत्त्व होतेंच पण त्याशिवाय रसायनशास्त्रविषयक सिद्धान्ताच्या दृष्टीनेंहि त्यांचें मोठें महत्त्व होतें; कारण या शोधामुळें कित्येक अगदीं परिचयांतले व मूलद्रव्य म्हणून वाटणारे रासायनिक पदार्थ सुद्धां संयुक्त स्वरूपाचे असूं शकतात असें दिसून आलें. दुसऱ्याहि कित्येक मूलद्रव्यस्वरूपी वाटणाऱ्या खनिज पदार्थांची, त्यांच्यावर विद्युत्प्रवाहाचा प्रयोग करतांच तीच गति झाली; व भार (बेरियम), खट (कॅल्शम), व स्वांत (स्टॉन्शम) या धातूंचा शोध लागला. यानंतर डेव्ही मूलद्रव्यस्वरूपी म्हणून गणल्या जाणाऱ्या सर्वच पदार्थांना (प्राणवायु, उज्ज वगैरेंना सुद्धां)'अपृथक्कृत'पदार्थ असेंच संबोधूं लागला. हे सर्व पदार्थ पृथक्करण करण्याच्या सांप्रत ज्ञात असलेल्या कोणत्याहि साधनाला दाद देत नाहींत हें खरें आहे. तथापि भविष्य कालीं उपलब्ध होण्याचा संभव असलेल्या युक्त्यांच्या परिणामामुळें त्यांच्यामध्यें काय फेरफार घडवून आणतां येतील तें आज कसें कळणार ? कारण साध्या फुंकणीपेक्षां विजेच्या घटमालेचें सामर्थ्य जसें अधिक असतें त्याप्रमाणें विद्युद्घटमालेच्यापेक्षां अधिक सामर्थ्य असलेलें पृथक्करण करण्याचें साधन पुढें उपलब्ध होणार नाहीं कशावरून ?

मूलद्रव्यांच्या उत्पत्तीसंबंधींच्या भ्रामक समजुतींचें निरसन.—१९ व्या शतकांतल्या पहिल्या दशकांत चालू असलेल्या डेव्हीच्या प्रयोगांमधून दुसराहि एक अधिक महत्त्वाचा शोध लागला तो हा कीं, विजेच्या प्रवाहाच्या साहाय्यानें पाण्याचें पृथक्करण केलें म्हणजे त्यांतून प्राण व उज्ज हीं दोनच मूलद्रव्यें निघतात. त्या पूर्वीच डेव्हीला व इतर कित्येक शास्त्रज्ञांना असें आढळून आलें होतें कीं पाण्यामधून जोराचा विद्युत्प्रवाह सोडला असतां घटमालेच्या एका ध्रुवा (पोल) जवळ अल्कें आणि दुसऱ्या ध्रुवाजवळ अम्लें जमतात, आणि पाणी पूर्णपणें शुद्ध असलें तरी ही क्रिया घडते.

ही क्रिया पाहून मूलद्रव्यांच्या उत्पत्तीस ही नूतन शक्तीच कशी कारक होत असते याचें स्पष्टीकरण झालें असें वाटूं लागलें; व हें स्वरूपांतरहि द्रव्याच्या उत्पत्तीच्या पुढचीच पायरी आहे असें वाटून, द्रव्याचीच उत्पत्ति मूळ कशी झाली याचें लवकरच ज्ञान होईल अशी आशा वाटूं लागली; १८०६ मध्यें झालेल्या सुप्रसिद्ध बेकेरिअन व्याख्यानामध्यें डेव्हीनें जे अनेक शोध प्रथित केले त्यांत त्यानें हें सिद्ध केलें कीं पाण्यावरील प्रयोगांत मूलद्रव्यें उत्पन्न होतात असें जें

म्हणतात तें तसें होत नाहीं; तर विद्युद्घटमालेच्या दोन ध्रुवांजवळ पदार्थ आढळतात. ते ज्या भांड्यांत पाणी ठेऊन प्रयोग करण्यांत येतो त्या भांड्याच्या बाजूचें पृथक्करण झाल्यानें तयार होत असतात. याप्रमाणें ज्या साधनानें किमयेसंबंधाच्या लुप्त होत असलेल्या स्वप्नांना एक प्रकारचें तात्विक प्रमाण उपलब्ध करून दिलें त्याच साधनानें किमयेसंबंधाच्या त्या भ्रामक आशा आधुनिक शास्त्रीयज्ञानाच्या क्षेत्रामधून एकदम हद्दपार करून टाकल्या.

विद्युत्प्रवाहजनित रासायनिक पृथक्करणाची मीमांसा.—पाण्यामध्यें असेलली अल्कें व अम्लें यांच्या अस्तित्वाचें कारण याप्रमाणें स्पष्ट झालें, तरी त्यांचे घटमालेच्या अनुक्रमें ऋण व धन ध्रुवांकडे आकर्षण कां होतें याचें कारण समजावयाचें राहिलें. डेव्हीनें दिलेल्या सुप्रसिद्ध कारणांत असें गृहीत धरलें होतें कीं निरनिराळीं मूलद्रव्यें निरनिराळ्या विद्युद्गुणांनीं युक्त असतात; म्हणजे कांहीं द्रव्यें धनविद्युन्मय असतात व कांहीं ऋणविद्युन्मय असतात. डेव्ही म्हणतो कीं, विद्युत् व 'रासायनिक स्नेह' हीं दोन्हीं एकाच शक्तीचीं दोन निरनिराळीं रूपें असून त्यांपैकीं एका स्वरूपांत ती शक्ति कणसमूहावर आणि दुसऱ्या स्वरूपांत ती कणांवर कार्य करीत असते. धनविद्युन्मय कण ऋणविद्युन्मय कणांशीं संयोग पावून संयुक्त रासायनिक पदार्थ बनतात, व त्यांच्या मुळाशीं विरुद्ध जातीच्या विद्युत् एकमेकींनां आकर्षण करीत असतात, हेंच तत्त्व आहे. जेव्हां संयुक्त पदार्थांचें घटमालेच्या साह्याय्यानें पृथक्करण करण्यांत येतें, तेव्हां हें परस्परामधील आकर्षण घटमालेच्या दोन्ही ध्रुवांकडून होणाऱ्या अधिक जोराच्या आकर्षणामुळें निःशक्त बनून परिणामकारी रहात नाहीं.

धनविद्युन्मय आणि ऋणविद्युन्मय परमाणू किंवा अणू यांच्या संयोगामुळें सर्व रासायनिक संयुक्त पदार्थ बनलेले असतात, हा त्यांच्या द्विमूलक रचनेसंबंधाचा सिद्धान्त बर्झेलियसनें अधिक व्यापक प्रमाणांत लागू करून त्याच्या आधारावर रसायनशास्त्रांतील तात्त्विक अंगाविषयींच्या स्वतःच्या सुप्रसिद्ध मताची उभारणी केली. त्याचा सिद्धान्त असा होता कीं, सर्व निरिंद्रिय संयुक्त पदार्थ, त्यांचें स्वरूप कितीहि गुंतागुंतीचें असलें, तरी, अशा प्रकारच्या द्विमूलक संयोगीकरणाच्या क्रियेच्या योगानेंच तयार झालेले असतात. पुष्कळ वर्षेंपर्यंत या मताचें वर्चस्व बहुतेक अप्रतिबंधपणें चालू होतें. शिवाय विद्युद्विच्छेद्य (इलेक्ट्रॉलाइट) ज्याला म्हणतात त्यांतील पृथक्कृत द्रव्य व त्याकरितां उपयोगांत आलेली विद्युत् यांच्या प्रमाणांमध्यें एक ठराविक संबंध असतो असें जेव्हां फॅरेडे या शास्त्रज्ञानें दाखवून दिलें, तेव्हां तर या मताला बळकट पुष्टि मिळाल्यासारखें दिसूं लागलें.

सेंद्रिय व निरिंद्रिय पदार्थांतील भ्रामक भेद.—जेव्हां बर्झेलियसनें आपला द्विमूलक रचनेसंबंधाचा सिद्धान्त लोकांपुढें मांडण्यास सुरुवात केली, तेव्हां त्याची व्याप्ति मर्यादित करून तो निरिंद्रिय पदार्थांनांच फक्त लागू करण्याची त्यानें सावधगिरी घेतली होती. त्यावेळीं आणि त्यानंतरहि पुष्कळ काळपर्यंत, अशी समजूत होती कीं, सेंद्रिय सृष्टींतील पदार्थांच्या अंगीं असे कांहीं विशिष्ट गुणधर्म असतात कीं, त्यांच्यामुळें हे पदार्थ निरिंद्रिय रसायनशास्त्राच्या क्षेत्रापासून अगदीं अलग ठेवावे लागतात. अशा सेंद्रिय पदार्थांमध्यें, सामान्य तऱ्हेच्या 'स्नेहाकर्षणाच्या' क्रियेऐवजीं किंवा ती क्रिया मर्यादित करणारी, 'जीवशक्ति' (व्हायटल फोर्स) नांवाची एक निराळीच शक्ति कार्य करीत असते, यावद्दल कोणाला फारसा संशय नव्हता. सेंद्रिय संयुक्त पदार्थ परिचित असलेल्या मूलद्रव्यांचेच, मुख्यतः कर्ब, प्राण, उज्ज व नत्र यांचेच बनलेले असतात, ही गोष्ट अर्थात सगळ्यांनां मान्य होती; परंतु हीं मूलद्रव्यें सेंद्रिय संयुक्त पदार्थ बनवितांना अशा कांहीं विशिष्ट प्रकारांनीं संयोग पावलेलीं असतात कीं तशा प्रकारचें संयोगीकरण निर्जीव सृष्टीच्या क्षेत्रांत होणें शक्य नाहीं. कोणत्याहि संयुक्त सेंद्रिय पदार्थाला बनण्याकरितां लागणारीं मूलद्रव्यें घेऊन रासायनिक प्रयोगशालेमध्यें तसा संयुक्त सेंद्रिय पदार्थ बनविणें शक्य नाहीं, असा त्या वेळीं रसायनशास्त्राचा ठाम सिद्धान्त म्हणून गणला जात असे. अगदीं साधा सेंद्रिय संयुक्त पदार्थ बनवावयाचा म्हटला तरी त्याला 'जीवशक्ति' म्हणून म्हणतात तिची प्रक्रिया त्या ठिकाणीं चालू व्हावयास पाहिजे, असा त्या वेळीं समज होता.

मूत्रसत्त्व कृत्रिम रीतीनें तयार होतें.—बर्झेलियसचा शिष्य फ्रेडरिक वोह्लर या तरुण जर्मन शास्त्रज्ञानें साक्सो येथील स्वतःच्या प्रयोगशाळेमध्यें मूत्रसत्त्व (युरिआ) हा सुप्रसिद्ध संयुक्त सेंद्रिय पदार्थ मूलद्रव्यें एकत्र करून तयार केला असें १८२८ मध्यें जाहीर होतांच रसायनशास्त्रीय जगांत मोठीच खळबळ उडाली. 'नियम सिद्ध करणारा अपवाद' म्हणून ज्याला म्हणतात तसा अपवाद तर्कसिद्ध ज्ञानाच्या क्षेत्रांत कधींहि ऐकूं येत नाहीं. नैसर्गिक नियमांनां अपवाद असा कधींच नसतो. म्हणून एकच सेंद्रिय संयुक्त पदार्थ तयार करतां आल्या बरोबर त्या योगानें सजीव सृष्टि आणि निर्जीव सृष्टि यांच्यामध्यें शास्त्रीय ज्ञानाच्या आद्य जनकांनीं जी भिंत उभारली होती ती एका धक्क्यासरशीं पार कोसळून पडली. तेव्हांपासून तात्त्विक दृष्टीनें पाहणारे रसायनशास्त्रज्ञ, वनस्पतींतील व प्राणिकोटींतील सर्व जीव (सेंद्रियरचना) या एक प्रकारच्या रासायनिक प्रयोगशाळाच असून त्यांत निसर्गसिद्ध रसायनशास्त्रीय नियमानुसार कांहीं परिचित मूलद्रव्यापासून संक्लिष्ट संयुक्त पदार्थ तयार होण्यासारखी परिस्थिति असते असें मानूं लागले. अशा रीतीनें 'जीव शक्ति' म्हणून जी असंभाव्य वस्तु मानली जात असे तिला रसायनशास्त्रामध्यें थारा मिळेनासा झाला.

आतां रसायनशास्त्रज्ञ पंडितांत सेंद्रिय रसायनशास्त्रविषयक उत्सुकतेची एक नवी लाट पसरली, आणि लवकरच कर्बयुक्त संयुक्त पदार्थांचा अभ्यास, पूर्वीच्या पिढींतल्या विद्युद्रसायनशास्त्राच्या अभ्यासाप्रमाणें, आवडीचा विषय होऊन बसला.

सेंद्रिय रसायनशास्त्रांतील ज्या संशोधकांच्या परिश्रमामुळें हा कालविभाग चिरस्मरणीय झालेला आहे त्यांमध्यें जर्मनींत जुस्टस लीबिग आणि फ्रान्समध्यें जीन बॅप्टिस्ट अँड्रे ड्यूमास आणि त्यांचे शिष्य अनुक्रमें चार्लस फ्रेडरिक गेरहार्ट व ऑगस्टस लॉरेंट हे प्रमुख होते. वोहलरचें नांवहि यांच्याबरोबर सांगितलें पाहिजे व तसाच लुई पाश्चूरचाहि येथें उल्लेख केला पाहिजे. कारण हे दोघे जरी वरील विद्वानांपेक्षां वयानें लहान होते, तरी त्यांच्या परिश्रमांनीं जे वादग्रस्त प्रश्न पुढें आले त्यांपैकीं महत्त्वाच्या प्रश्नांत भाग घेण्यास हे अगदीं वेळेवर पुढें आले.

सेंद्रिय रसायन व संयुक्त मूलक.—या पूर्वीच कित्येक वर्षें गाय-लुझॅकनें १८१५ मध्यें लावलेल्या एका शोधामुळें सेंद्रिय रसायनशास्त्राचा अभ्यास करण्याचा मार्ग तयार झालेला होता. तो शोध हा कीं, कर्ब व नत्र यांचा बनलेला एक संयुक्त पदार्थ, ज्याला त्यानें सायनोजन = कर्बनत्र असें नांव दिलें होतें, त्यांत टिकाऊपणा इतक्या विशेष प्रमाणांत असतो कीं तो आपल्या स्वरूपांत पृथक राहू शकतो, व साध्या मूलद्रव्याप्रमाणें इतराबरोबर रासायनिक संयोग पावूं शकतो. वरील शोधानंतर एक वर्षानें अँपियरनें असा शोध लावला कीं, नत्र व उज्ज हे कांहीं विशिष्ट प्रमाणांत एकत्र केले असतां त्या बनलेल्या पदार्थांतहि वरच्या सारखेच मूलद्रव्यांचे गुणधर्म आढळतात. या पदार्थाला अँपीयरनें अमोनिअम (मूत्रवायू) असें नांव दिलें होतें. या पदार्थांच्या शोधाचा बर्झेलिअसनें फायदा करून घेतला. अशा पदार्थाला संयुक्त मूलक (कांपाउंड रॅडिकल) असें म्हणूं लागले. या पदार्थामुळें द्विमूलक वादाला पुष्टि मिळाल्यासारखी झाली होती. बर्झेलियसनें अशी कल्पना बसविली कीं, सर्व सेंद्रिय संयुक्त पदार्थ हे निरनिराळ्या संयुक्तमूलकांचा प्राणाच्या एकएका परमाणुबरोबर संयोग होऊन बनलेले द्विमूलक संयुक्त पदार्थ असतात. हा सिद्धान्त त्यानें १८१८ मध्यें जाहीर केला. नंतर दहा वर्षांनीं लीबिग व वोहलर यांनीं एकत्र संशोधन करून असें सिद्ध केलें कीं, सेंद्रिय पदार्थांमध्यें संयुक्तमूलक फार मोठ्या प्रमाणांत असतात. त्यामुळें बर्झेलियसच्या सिद्धान्ताला चांगली बळकटी आल्यासारखें झालें, आणि सेंद्रिय रसायनशास्त्र म्हणजे संयुक्तमूलकांचें रसायनशास्त्र अशी व्याख्याहि बनली.

द्विमूलक सिद्धान्ताविरुद्ध पुरावा.—परंतु द्विमूलक सिद्धान्ताचा पूर्ण विजय झाल्यासारखें वाटत होतें त्याच काळांत दैवयोगानें त्याला एक जोराचा धक्का बसला. ही गोष्ट ड्यूमासच्या संशोधनानें घडून आली. कारण त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, एका विशिष्ट सेंद्रिय पदार्थांतला उज्जाचा एक परमाणू काढून त्याच्या जागीं हराचा (क्लोरिनचा) एक परमाणु घातला तरी मूळच्या संयुक्त पदार्थाची अखंडता कायम राहते—म्हणजे मुलांच्या खेळांतल्या घराचा एक खांब काढून त्या ऐवजीं दुसरा एखादा खांब बसविण्यासारखेंच हेंहि शक्य आहे. अशा प्रकारची अदलाबदलहि द्विमूलक सिद्धान्ताला अविरोधी असल्याचें मानतां आलें असतें, परंतु त्यांत मुख्य महत्त्वाची गोष्ट अशी होती कीं, उज्ज हें बलवान धनविद्युन्मय मूलद्रव्य आहे तर उलट हर हें बलवान् ऋणविद्युन्मय मूलद्रव्य आहे. म्हणून या दोन मूलद्रव्यांशीं अनुक्रमें संयोग पावणारा संयुक्त मूलक एकदां धनविद्युन्मय व दुसऱ्या वेळीं ऋणविद्युन्मय मानावा लागतो. या परस्पर विरोधी गोष्टींमुळें बर्झेलियसच्या सिद्धान्ताविषयीं प्रतिकूल मत उत्पन्न झालें.

या सिद्धान्ताच्या जागीं मुख्यतः लॉरेंट व गेरहार्ट यांच्या प्रयत्नानें अणूविषयीं पुढील कल्पना उभारण्यांत आली. अणु म्हणजे निरनिराळ्या प्रकारच्या परमाणूंचा विद्युत्संयोगशीलतेच्या तत्त्वानुसार समूह होऊन तयार झालेली एकाणुक रचना. अणूंच्या रचनेसंबंधानें निरनिराळ्या उपपत्ती प्रतिपादण्यांत आल्या व संयुक्तमूलकांच्या सिद्धांताप्रमाणें, यांचाहि स्मरणशक्तीला मदत व पृथक्करणात्मक कार्यकर्त्यांना मार्गदर्शक या नात्यानें पुष्कळ उपयोग झाला. परंतु अणूच्या रचनेसंबंधाच्या या कल्पनांनीं स्नेहाकर्षणाविषयींच्या गूढ गोष्टींचा उलगडा यत्किंचितहि झाला नाहीं. हे सिद्धान्त म्हणजे रासायनिक संयोगांचीं वर्गीकरणें होत, स्पष्टीकरणें नव्हत. परंतु त्यांच्यामुळें एक महत्त्वाचें कार्य हें झालें कीं, परमाणुघटित अणु हाच सर्व पदार्थांचा मूलाधार होय ही कल्पना निश्चित ठरली. आतां सरतेशेवटीं अणु या शब्दाचा, (सुमारें तृतीयांश शतकापूर्वी अॅव्होगाड्रो याच्या मनांत होता तितका,), परमाणूहून पूर्णपणें निराळा असा अगदीं स्पष्ट अर्थ साधारणपणें सर्व रसायनशास्त्रज्ञांच्या मनांत वागूं लागला. वायूंच्या सारख्याच आकारमानांमधील अणूंची संख्या सारखीच असते ही अॅव्होगाड्रोची उपपत्ति गेरहार्टनें पुन्हां पुढें आणली, व लवकरच तिलाहि निश्चित नियमाचें स्वरूप प्राप्त झालें. तेव्हांपासून अणूची कल्पना रसायनशास्त्रामध्यें पूर्वींच्या परमाणूच्या कल्पनेइतकीच महत्त्वाची होऊन बसली.

मूलद्रव्यांचे अणू.—अणूच्या कल्पनेमुळें परमाणूच्या कल्पनेला धक्का बसला असें मुळींच झालें नाहीं; परंतु अॅव्होगाड्रोच्या नियमानें ही गोष्ट मात्र स्पष्ट केली कीं, परमाणूनें वास्तविक त्याचा संबंध नाहीं असा प्रदेश बऱ्याच वेळां आक्रान्त केला होता. पुष्कळशा उदाहरणांत जेथें अणू हें खरें मूलमान होतें, त्या ठिकाणीं परमाणु हें मूलमान आहे असें रसायनशास्त्रज्ञ मानून चालले होते. उदाहरणार्थ, उज्ज व प्राण या मूलद्रव्यस्वरूपी वायूच्या बाबतींत सारख्या 'अव-

काशामध्यें अणूंची सारखी संख्या असते ' या नियमानें ही गोष्ट स्पष्ट केली कीं, परमाणू हे, पूर्वी समजूत होती त्याप्रमाणें अलग स्थितींत राहात नाहींत. ज्या अर्थी उज्जाचीं दोन आकारमानें प्राणाच्या एका आकारमानाशीं संयोग पावून पाण्याचीं दोनच आकारमानें तयार होतात, त्या अर्थी गणितशास्त्राच्या साध्या नियमांनीं असें ठरतें कीं, अॅव्होगाड्रोच्या नियमानुसार पाहतां पाण्याच्या एकएका अणूंत उज्जाचे दोनदोन परमाणू असले पाहिजेत (या मुद्द्याबद्दलहि पूर्वी वाद होता); इतकेंच नव्हे तर उज्जाच्या व प्राणाच्या मूळ अणूमध्येंहि प्रत्येकीं दोन दोन परमाणू असले पाहिजेत. नाहीं तर प्राणाच्या एका आकारमानापासून पाण्याच्या दोन आकारमानांमधील प्रत्येक अणूला प्राणाचा एकएक परमाणु कसा प्राप्त होणार?

तर मग यावरून काय सूचित होतें ? अर्थात् हें कीं, मूलद्रव्याच्या परमाणूमध्यें दुसऱ्या परमाणूबद्दल लोभ, स्नेह किंवा आकर्षण—त्याला कोणतेंहि नांव द्या—असतें, आणि परमाणु ही आपली आकर्षणेच्छा शेजारीं दुसरा परमाणु असल्यास तृप्त केल्यावांचून रहावयाचा नाहीं. भोंवतालीं स्वजातीयच परमाणु असला तर प्राणाचा एक परमाणु आपल्या दुसऱ्या एका सजातीय परमाणूशींच संयुक्त होतो, आणि हे दोघे एकत्र स्थितींत—बहुधा एखाद्या विमुकल्या तारकायुग्माप्रमाणें एकमेकांभोंवतीं फिरत—वेड्यासारखे इकडे तिकडे नाचत असतात. उज्जाच्या परमाणूमध्येंहि अगदीं हुबेहुब अशीच क्रिया होत असली पाहिजे. परंतु आतां अशी कल्पना करा कीं, प्राणपरमाणूंच्या या निरनिराळ्या जोड्या अनुकूल परिस्थितींत उज्ज परमाणूंच्या जोड्यांच्या जवळ आल्या आहेत (ज्या अनुकूल परिस्थितींत त्या एकमेकांजवळ यावयास पाहिजेत त्या परिस्थितीचें वर्णन येथें करीत बसण्याचें कारण नाहीं) अशा स्थितींत प्रत्येक प्राण परमाणूचा आपल्या सहचराबद्दलचा स्नेह नाहींसा होतो, आणि प्राण परमाणू उज्जपरमाणूंच्या जोडींपैकीं एका जोडींत एकदम संयुक्त होतो; इतका कीं पूर्वी जेथें तीन अणू होते तेथें त्याऐवजीं दोनच अणू रहातात आणि स्वतंत्र असलेल्या प्राणाचें व उज्जाचें पाणी तयार होतें. ही सर्व प्रक्रिया रसायनशास्त्राच्या भाषेंत सांगावयाची तर थोडक्यांत असें म्हणतां येईल कीं, विशिष्ट प्रकारची अनुकूल परिस्थिति असल्यास प्राण परमाणूंमध्यें सजातीय परमाणू आकर्षण करण्याच्या शक्तीपेक्षां उज्जाचे परमाणू आकर्षण करण्याची शक्ति अधिक होते.

अणूंचें मूल्यकत्व.—पुढें रसायनशास्त्रज्ञांनीं परमाणूंचा एकमेकांशीं संयोग होऊन अणु बनण्याची क्रिया कशी चालते तें पाहण्याकरितां निरनिराळ्या जातींच्या परमाणूंचा अभ्यास अधिक केला. तेव्हां त्यांनां हळूहळू असें दिसून आलें कीं, सर्व मूलद्रव्यांनां संख्येनें सारखेच स्नेही पुरत नाहींत. कांहीं मूलद्रव्यांनां फक्त एकच स्नेही पुरतो, अधिक स्नेही घेण्याचें तीं मूलद्रव्यें नाकारतात; उलटपक्षीं इतर मूलद्रव्यें जेव्हां परिस्थिति अनुकूल असते तेव्हां दोन, तीन, चार किंवा त्याहूनहि अधिक परमाणूंशीं संयोग पावतात. उदाहरणार्थ, प्राण हा आपला एक सजातीय परमाणू सोडून देऊन उज्जाच्या दोन परमाणूंशीं संयोग पावतो. यावरून हें स्पष्ट दिसतें कीं, प्राणाचा एक परमाणु, दोन हात असलेल्या प्राण्याप्रमाणें दुसऱ्या जातीच्या दोन परमाणूंनां धरून ठेऊं शकतो. परंतु कोणत्याहि परिस्थितीमध्यें त्याला दोहोंहून अधिक परमाणू धरून ठेवतां येतात किंवा नाहीं याबद्दलचा पुरावा आपणांस अद्याप उपलब्ध झालेला नाहीं. त्याची स्नेहाकर्षणशक्ति दोन परमाणूंशीं संयोग झाला असतां तृप्त झाल्यासारखी दिसते [उ-प्र-उ.] पण उलटपक्षीं नत्राचा एक परमाणू उज्जाचे तीन परमाणू धरून ठेवूं शकतो, हें मूत्रवायूच्या (नउ३) घटक अणूंवरून दिसून येईल. आणि एक कर्ब परमाणु उज्जाचे चार परमाणू किंवा प्राणाचे दोन परमाणू धरून ठेवूं शकतो [उ०प्र = क = प्र].

रासायनिक पदार्थांच्या स्थिरास्थिरतेबद्दल मीमांसा.—या वरून हें स्पष्ट होतें कीं, एका विशिष्ट जातीचा एक परमाणु संयोग पावण्याच्या शक्तीच्या बाबतींत निराळ्या जातीच्या एका परमाणूइतकाच शक्तिमान् असल्याचें नेहमीं आढळत नाहीं. या गोष्टीची जाणीव फ्रँकलंडला १८५२ च्या सुमारास झाली, आणि तिच्या संबंधाचें जें अधिक संशोधन इतर संशोधकांनीं (विशेषतः ए. के. कुले आणि ए. एस् कूपर यांनीं) केलें त्या योगानें रसायनशास्त्राच्या परिभाषेमध्यें सममूल्यक (इक्विव्हॅलंट) हा शब्द एका निराळ्याच अर्थानें प्रचारांत आला, आणि विशेषतः निरनिराळ्या मूलद्रव्यांची आकर्षणशक्ति किंवा मूल्यकत्व (व्हॅलन्सि) म्हणजे काय याचा उलगडा झाला व तो पुढें रसायनशास्त्राच्या प्रगतीला अत्यंत उपयोगी पडला. उदाहरणार्थ, पुढें असें सिद्ध करण्यांत आलें कीं सेन्द्रिय संयुक्त पदार्थ बनतांना जीं चार मूलद्रव्यें प्रामुख्येंकरून एकमेकांशीं संयोग पावत असतात, त्यांपैकीं उज्ज दुसऱ्या मूलद्रव्यांशीं एकाच बंधनानें संयोग पावत असतो—म्हणजे निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें तर त्याला दुसऱ्यांनां पकडून ठेवण्याकरितां एकच हात असतो. आणि प्राणाला ही शक्ति दुप्पट प्रमाणांत असते, नत्राला तिप्पट (केव्हां केव्हां पांचपट), आणि कर्बाला चौपट प्रमाणांत असते. ही महत्त्वाची गोष्ट व्यक्त करण्याकरितां एक मूल्यक, द्विमूल्यक, त्रिमूल्यक, चतुर्मूल्यक इत्यादि शब्द नवे तयार करण्यांत आले, आणि निरनिराळ्या मूलद्रव्यांनां एकमूल्य, द्विमूल्य, त्रिमूल्य इत्यादि नांवें पडलीं. निरनिराळ्या मूलद्रव्यांमध्यें मूल्यकत्वाच्या बाबतींत फरक कां असतो. त्याचा उलगडा अद्यापहि कोणास झालेला नाहीं तीं मूलद्रव्यें अशा स्वरूपाचीं असतात एवढी गोष्ट मात्र अनुभवसिद्ध आहे. आणि एकदां एखाद्या मूलद्रव्याचें मूल्यकत्वाच्या बाबींत स्वरूप काय आहे: तें निश्चित केलें गेलें

म्हणजे मात्र तें मूलद्रव्य संयोगीकरणाच्या क्रियेंत कोणत्या प्रकारें वागेल यावद्दलची कल्पना सहज करतां येण्यासारखी असते. उदाहरणार्थ, उज्ज एकमूल्यक आहे, व प्राण द्विमूल्यक आहे ही गोष्ट विचारांत घेतली म्हणजे हें स्पष्ट होतें कीं, या दोन मूलद्रव्यांपासून तीनपेक्षां अधिक (निदान साधारणपणें स्थिर असे) संयुक्त पदार्थ बनलेले आपणांस आढळणें शक्य नाहीं व ते तीन पदार्थ येणेंप्रमाणेः उ-प्र- [रसायनशास्त्रज्ञ, हा शब्द उप्र असा लिहितात आणि त्याला उत्प्राणिल (हैड्रॉक्सिल) म्हणतात], उ-प्र-उ, [उ २ प्र अथवा पाणी] आणि उ—प्र—प्र—उ [उ २ प्र२] उज्जपरिप्राणिद (हैड्रोजन पेरॉक्सॉइड) यांत हें दिसून येईल कीं, ह्या संयुक्त पदार्थांपैकीं पहिल्यामध्यें प्राणाचा परमाणु आपल्या दोन हातांपैकीं एक हात मोकळा असलेल्या स्थितींत असतो व म्हणून तो त्याचा हात दुसऱ्या स्नेह्याला धरण्यास तयार आहे; आणि हीच गोष्ट रसायनशास्त्राच्या भाषेंत सांगावयाची म्हणजे हा संयुक्त पदार्थ अस्थिर जातीचा होय. त्याचप्रमाणें तिसऱ्या संयुक्त पदार्थाच्या बाबतींतहि जरी सर्व हात गुंतलेले आहेत तरी त्यांत एक जोडी दुसऱ्या एका प्राणाच्या जोडीशीं संयुक्त झालेली आहे; आणि हा त्यांचा संयोगहि अस्थिर जातीचा होय. कारण कोणत्याहि परमाणूची सजातीय परमाणु आकर्षण करून ठेवण्याची शक्ति सापेक्ष दृष्टीनें पाहतां कमजोर असते. अशा रीतीनें उज्ज परिप्राणिदाच्या अंगीं सुलभपणें पृथक्करण पावण्याचा सुप्रसिद्ध गुण कां असतो त्याचा उलगडा होतो तसेंच तो दुसऱ्या संयुक्त पदार्थांतील मूलद्रव्यांशीं आतुरतेनें संयोग कां पावतो तेंहि समजतें.

परंतु उलट पक्षीं पाण्याच्या अणूंतले सर्व परमाणु स्थिर टिकणाऱ्या समतोलत्वाच्या स्थितींत व्यवस्थित रीतीनें संयुक्त झालेले असतात, कारण त्यांतील सर्व आकर्षक शक्ती पूर्णपणें तृप्त झालेल्या असतात. उज्जाचा प्रत्येक परमाणु प्राणाच्या परमाणूशीं संयुक्त झालेला असल्यामुळें त्याची आकर्षक शक्ति संतृप्त झालेली असते; आणि प्राणाच्या परमाणूनेंहि आपल्या दोन्ही हातांनीं उज्जाचे दोन परमाणू घट्ट धरलेले असल्यामुळें त्याचेंहि पूर्ण समाधान झालेलें असतें. म्हणून अशा रीतीनें संयुक्त असलेल्या या परमाणुत्रयींत दुसऱ्या कोणत्याहि स्नेह्याशीं संयोग करण्याची प्रवृत्ति बिलकूल नसते; इतकेंच काय पण दुसरा एखादा परमाणु त्यांच्यांत घुसूं लागला तरी त्याला धरून ठेवण्याची शक्ति त्यांच्यांत नसते. येणेंप्रमाणें त्यांचा "स्थिर" संयुक्त पदार्थ बनतो व सर्व प्रकारच्या सामान्य परिस्थितीमध्यें हा पाण्याचा अणु आपलें अभिन्नत्व कायम ठेवतो. फार काय, पण पाणी या भौतिक पदार्थाचें बाह्य स्वरूप बदलून घनरूप किंवा वायुरूप—बर्फ किंवा वाफ—झालें तरी सुद्धां पाण्याचा मूळ अणु आपल्या स्थिर स्वरूपांत कायम राहतो.

परंतु अणूमधील या स्थिर समतोलपणाच्या स्थितीचा विचार करूं लागल्यास एक नवीन प्रश्न सुचतोः परमाणूंच्या एखाद्या समूहाच्या सर्व आकर्षकशक्ती तृप्त झालेल्या असल्या म्हणजे मग तो पुढें आणखी रासायनिक प्रतिक्रियांत भाग कसा घेऊं शकणार ? दिसावयास तरी असें दिसतें कीं, असल्या अणूचे भौतिक गुणधर्म कांहींहि असले तरी रासायनिक दृष्ट्या त्याचें स्थितिसातत्य कायम असलें पाहिजे; कोणतीहि परमाणुविषयक नवी जुळवाजुळव होणें अशक्य आहे. आणि वास्तविक पाहतां तशी स्थिति असतेहि. पण ती कोठपर्यंत ? जोंपर्यंत त्या अणूचे घटक परमाणू अविरतपणें एकमेकांनां चिकटून असतात तोंपर्यंत. परंतु याप्रमाणें चिकटून राहण्याकडे परमाणूंची प्रवृत्ति फारशी दिसत नाहीं. असें आढळतें कीं, त्यांची परस्परांविषयींची प्रीति अत्यंत चंचल असते, आणि ते एकमेकांशीं संयुक्त होण्यास जितके सिद्ध असतात तितकेच एकमेकांतून फुटून निघण्यास तयार असतात. उदाहरणार्थ, प्राणाचा जो परमाणु नुकताच उज्जाच्या दोन परमाणूंच्या मंडलांत शिरलेला असतो तो परमाणु दुसऱ्याच क्षणाला पुन्हां बाहेर पडून मोकळा होतो आणि नवे स्नेही शोधूं लागतो. हुतुतूच्या खेळांतल्या पकडणाऱ्या गड्यांमध्यें ज्याप्रमाणें एकसारखी अदलाबदल चालू असते त्याप्रमाणें या परमाणूंचा प्रकार सर्व जगभर चालू असतो.

विश्लेषण.—कोणत्याहि पदार्थांतल्या अणूच्या ज्या पृथक्करण व पुनर्रचना अशा दोन क्रिया, एकंदर स्वरूपांत दिसावयास यत्किंचितहि फरक न होतां, सतत चालू असतात, त्यांची पूर्ण जाणीव स्टे-क्लेयर डेव्हिली याला झाली; व या प्रकाराला त्यानें डिसोशिएशन म्हणजे विश्लेषण असें नांव दिलें. ही क्रिया कांहीं पदार्थांमध्यें इतरांपेक्षां अधिक जलदीनें चालू असते, आणि ती कांहीं विशिष्ट परिस्थितींत (उदाहरणार्थ, उष्णमान वाढलें असतां) इतर परिस्थितींतल्यापेक्षां फारच अधिक जलदीनें चालू लागते. परंतु असें दिसतें कीं, मामूल उष्णमानावर कोणताच पदार्थ आणि मूलशून्यांशावरील (अॅब्सोल्यूट झीरो = −२७३ सें. अंशावरील) कोणतेंहि उष्णमान असलें तरी तीं या क्रियेपासून मुक्त नसतात. म्हणून अणूंच्या सर्व परमाणूंची सर्व मूल्यक शक्ति तृप्त झालेली असली तरी त्या अणूंतील रासायनिक हालचाल नाहींशी होत नाहीं. कारण प्रत्येक परमाणु आपले जोडीदार बदलीत असतांना क्षणैक तरी मोकळा होत असतो, व आपले पूर्वीचे जोडीदार सोडून देऊन निराळे परमाणू पकडण्याची क्रिया करूं शकतो—मात्र त्याला योग्य असे जोडीदार हजर असले पाहिजेत.

अणूंचें समघटकत्व.—तथापि जरी परमाणूंच्या या अविरत हालचालीचें ज्ञान परमाणूंतील रासायनिक कार्यक्षमता योग्य तऱ्हेनें लक्षांत येण्याकरितां जरूर असलें तरी दुसऱ्या एका दृष्टीनें पाहतां प्रत्येक " संपृक्त " अणु—म्हणजे

ज्याच्या परमाणूंची सर्व मूल्यक शक्ति तृप्त झालेली आहे असा अणु—हा सापेक्षदृष्ट्या निश्चित किंवा स्थिर स्वरूपाचा पदार्थ आहे असें मानण्यास हरकत नाहीं. जरी कोणताहि अणु वाटेल त्या वेळीं विभिन्न होऊं शकतो तरी तात्पुरता तो संपूर्ण रचनायुक्त असतो. त्याच्यांतील परमाणूंचें मूल्यकत्व लक्षांत घेतलें म्हणजे त्याच्या रचनेच्या स्वरूपाची उत्तम कल्पना करतां येते. अणूच्या रचनेसंबंधाचें--परमाणूंमधील स्थलदृष्ट्या संबंधाचें--महत्त्व किती असूं शकतें, हीं गोष्ट बऱ्याच मागें (१८२३ मध्यें) लीबिग व वोह्लर यांनीं निदर्शनास आणून दिली होती. त्याच वेळीं त्यांनीं असें सिद्ध केलें होतें कीं, दोन पदार्थांची रासायनिक घटना--त्यांच्यांतल्या परमाणूंची संख्या व जात—अगदीं सारखी असली तरी त्यांचे भौतिक गुणधर्म अत्यंत भिन्न असणें शक्य असतें. पदार्थांमधील ही विसंगत स्थिति व्यक्त करण्याकरितां बर्झेलियसनें समघटकत्व (आयसॉमेरिझम) हा नवा शब्द बनविला. या स्थितीमुळें रसायनशास्त्रांतील अत्यंत प्रमुख मूलभूत सत्यें खोटीं ठरण्याचा संभव उद्भवला. या स्थितीला नांव दिलें गेलें, पण तेवढ्यानें त्या स्थितीच्या कारणांचें स्पष्टीकरण मुळींच झालें नाहीं; तथापि हीं गोष्ट मात्र स्पष्ट केली गेली कीं, अणूंच्या रचनेच्या बाबतींत परमाणूंची केवळ संख्या आणि जात यांशिवाय दुसऱ्या कांहीं गोष्टी महत्त्वाच्या असतात.

ज्याप्रमाणें घर बांधतांना विटा वाटेल तशा टाकून चालत नाहीं, त्याचप्रमाणें अणु तयार होतांना परमाणूहि वाटेल तसे एकत्र होऊन भागत नाहीं, ही गोष्ट निश्चित झाली.

अणु तयार होतांना परमाणूंच्या रचनांचे प्रकार किती अल्प प्रमाणांत निरनिराळे असूं शकतात ही गोष्ट १८५० मध्यें उदाहरणांसह चांगली स्पष्ट करून दाखविण्यांत आली. त्या सालीं पाश्चूरनें असा शोध लावला कीं, कित्येक कर्बमय संयुक्त पदार्थांत—उदाहरणार्थ, कांहीं प्रकारच्या शर्करांमध्यें एकमेकांत फरक इतकाच असतो कीं, त्यांचें द्रावण केल्यास यांच्यांतून जाणाऱ्या प्रकाशाच्या किरणांचें ध्रुवीभवन (पोलरायझिंग) अथवा मुरडणें अनुक्रमें डाव्या बाजूला किंवा उजव्या बाजूला असतें. परंतु अणूंच्या रचनेंतील या निरनिराळ्या प्रकारांचें स्पष्टीकरण मूल्यकत्वाच्या नियमाचा शोध लागेपर्यंत यत्किंचितहि मिळालेलें नव्हतें. नंतर मात्र या गूढाचा उलगडा झाला. कारण कोणत्याहि अणूंतला प्रत्येक परमाणू दुसऱ्या परमाणूंची एक ठराविक संख्याच स्वतःशीं धरून ठेवूं शकतो, त्या अर्थीं संक्लिष्ट अणूंतील परमाणू कांहीं ठराविक प्रकारच्या समूहांनीं एकमेकांशीं बांधले जात असले पाहिजेत, ही गोष्ट स्पष्ट आहे. तसेंच ही गोष्टहि तितकीच स्पष्ट आहे कीं, जेथें परमाणूंची संख्या पुष्कळ असते तेथें त्यांच्या समूहांच्या विशिष्ट रचनेंत, मूल्यकत्वाच्या नियमाला मुळींच धक्का न बसतां, कधीं कधीं थोडाफार फरक होणें संभवनीय आहे. अशा स्थितीमध्येंच समघटकत्व घडून आल्याचें आढळतें.

घटनादर्शक सारणी.—आकर्षक शक्तीविषयींच्या या गोष्टीकडे सतत लक्ष पुरविल्यानें ज्या अणूचे घटकावयव ठाऊक आहेत त्याच्या रचनेचें आकृतींनीं चित्र काढून दाखविणें शास्त्रज्ञांनां शक्य झालें आहे. उदाहरणार्थ, पाण्याचा एक साधा अणु बनतांना(उ २ प्र)उज्जाचे दोन परमाणू प्रथम एकमेकांपासून निराळे होऊन नंतर प्राणाच्या परमाणूशीं संयोग पावत असले पाहिजेत, आणि संयोग पावण्याची त्यांची क्रिया उ–प्र–उ या घटनादर्शक सारणीनें दर्शविल्याप्रमाणें होत असली पाहिजे असें दिसतें. पुष्कळ परमाणूंच्या संयोगानें बनलेल्या अणूंच्या बाबतींत, संयोगीकरणाची रचना कशा प्रकारची आहे तें आकृतीनें दर्शविणें अर्थात् अधिकाधिक कठिण होतें. शिवाय, एका पातळींत लिहिलेल्या अशा सारणीनें अणूची रचना खरोखर कशी आहे हें बरोबर दाखवितां येतें असेंहि कोणी मानीत नाहीं. हें त्याच्या रचनेचें हुबेहुब चित्र नसून तिची फार तर साधारण कल्पना यावी इतक्या पुरताच त्याचा उपयोग असतो. तथापि तेवढ्यानें सुद्धां अणूच्या रचनेची कल्पना रसायनशास्त्राच्या जनकांच्या स्वप्नींहि नसेल इतक्या, स्पष्ट रीतीनें होऊं शकते.

परमाणूंच्या गुणधर्मांचें अव्ययत्व.—अणूच्या रचनेसंबंधाच्या या अगदीं अपूर्व संशोधनानें रसायनशास्त्रज्ञांच्या दृष्टीनें परमाणूला जें पूर्वीं महत्त्व आलें होतें तें बरेंच कमी झालें असेल असें सकृद्दर्शनीं वाटणें शक्य आहे. ज्या अर्थीं परमाणूंच्या केवळ स्थानविशेषावर इतक्या महत्त्वाच्या गोष्टी अवलंबून असतात त्या अर्थीं परमाणूंच्या स्वरूपावर तुलनेनें पाहतां फारच थोड्या गोष्टी अवलंबून असतात असें कोणाला कदाचित् वाटेल. परंतु हा समज चुकीचा आहे. कारण जरा बारकाईनें विचार केल्यास असें दिसून येईल कीं, परमाणू आपलें व्यक्तिगत वैशिष्ट्य कधींहि सोडून देत नाहीं. विशिष्ट मर्यादेच्या आंत अणूचें स्वरूप (ज्याप्रमाणें त्याच विटा कायम ठेवून इमारतीला निरनिराळे आकार देतां येतात त्याप्रमाणें) त्यांच्यांतील परमाणूंच्या स्थानांच्या अदलाबदलीमुळें भिन्न होणें शक्य असतें. परंतु या गोष्टीला अगदीं ठराविक मर्यादा असतात; आणि ज्याप्रमाणें विटांच्या योगानें दगडी इमारत बांधणें शक्य नसतें त्याचप्रमाणें या ठराविक मर्यादा उल्लंघणेंहि अशक्य असतें. आरंभापासून अखेरपर्यंत इमारतीचें स्वरूप कितीहि वेळां निरनिराळें बदललें तरी जशी वीट ती वीटच कायमच राहते, तिचा दगड बनूं शकत नाहीं. त्याचप्रमाणें परमाणूच्या भोंवतालच्या परिस्थितींत कितीहि फरक झाला तरी प्रत्येक परमाणु आपले स्वतःचे विशिष्ट गुणधर्म कायम ठेवतो.

उदाहरणार्थ, कर्ब परमाणु कधीं हिऱ्याच्या घटनेंत, कधीं कोळशाच्या घटनेंत, कधीं साखरेच्या घटनेंत, कधीं लांकडाच्या घटनेंत, कधीं प्राण्याचा शरीरघटकाच्या घटनेंत तर कधीं वातावरणांतील कर्बाम्ल वायूच्या घटनेंत भाग घेईल; परंतु प्रथमपासून शेवटपर्यंत—कांच कापण्याच्या कठिण रत्नापासून अदृश्य अशा वायूपर्यंत—त्या परमाणूच्या एकाहि गुणधर्मांत सिद्ध करून दाखवितां येण्यासारखा यत्किंचितहि फरक होत नाहीं. आपणांस जी माहिती आहे तेवढ्यावरून असें म्हणतां येतें कीं, त्याचा आकार, त्याचें वजन, त्याचें कंपन किंवा परिभ्रम आणि त्याचें नैसर्गिक स्नेहाकर्षण या सर्व गोष्टी तो स्थानविषयक व साहचर्यविषयक अनेक स्थित्यंतरांतून जात असतां कोठेंहि यत्किंचित् न बदलतां पूर्णपणें कायम राहतात. आणि हीच गोष्ट आधुनिक रसायनशास्त्रज्ञांनां जी एकंदर सत्तर–पंचाहत्तर मूलद्रव्यें माहित आहेत त्यांपैकीं प्रत्येक मूलद्रव्यांतील परमाणूच्या बाबतींत खरी आहे. प्रत्येक परमाणु आपलें विशिष्ट स्वरूप नेहमीं कायम ठेवतो, त्यांत कांहींएक कमी होऊं देत नाहीं किंवा अधिकहि होऊं देत नाहीं.

हें सर्व खरें असल्यामुळें कोणालाहि असें दिसून येईल कीं, डाल्टनच्या परमाणूची, द्रव्यांचा आद्यस्थितिगत अविनाशी व अविकार्य अंश या त्याच्या स्वरूपासंबंधीं १९ व्या शतकांतील रसायनशास्त्रांत कसोशीनें परीक्षा केली गेली असून तो या परीक्षेंत पूर्णपणें उतरला आहे. १९ व्या शतकाच्या आरंभींच्या वर्षांत डेव्हीनें विद्युद्‌घटमालेकडून अद्भुत चमत्कार करून दाखवून तिला वाह्यतःआत्यंतिक मर्यादेपर्यंत पोहोंचविल्यासारखें दाखविलें तेव्हांपासून पुष्कळशीं नवीं मूलद्रव्यें शोधून काढण्यांत आलीं; परंतु मूलद्रव्यें म्हणून ठरलेल्यापैकीं एकाहि मूलद्रव्याला पृथक्करणातीत द्रव्य या त्याच्या स्थानापासून स्थानभ्रष्ट करतां आलें नाहीं. उलट पक्षीं रसायनशास्त्रज्ञांच्या हरएक पृथक्करणात्मक क्रियांनीं हें अधिकाधिक निश्चित केलें आहे कीं, सर्व मूलद्रव्यांचे परमाणू वास्तविक जॅान हर्शेल म्हणतो त्याप्रमाणें "तयार केलेले पदार्थ" आद्यस्थितिगत, अविकारी व अविनाशी—असे आहेत.

तथापि चमत्कारिक योगायोग असा झाला आहे कीं, परमाणूचें स्वरूप वर सांगितलेल्या प्रकारचें आहे असें सिद्ध करणाऱ्या प्रयोगांबरोबरच अगदीं विरुद्ध स्वरूपाचे विचार व प्रयोग दुसरीकडे चालू होते. रसायनशास्त्रज्ञांच्या प्रत्येक पिढीमध्यें असे कांहीं प्रमुख रसायनशास्त्रज्ञ असतच कीं, ते ज्यांनां मूलद्रव्यें म्हणतात, तीं खरोखरच आत्यंतिक अर्थानें मूलद्रव्येंच आहेत असें कबूल करण्याचें नाकारीत आणि मूलद्रव्याच्या अविकार्य स्वरूपाबद्दल त्यांनां असलेला संशय खरा असल्याचें सिद्ध करण्याकरितां पुरावा मिळविण्याचा उत्कंठेनें प्रयत्न करीत. सदरहू मताला आधारभूत असा थोडासा पुरावा प्रथम १८१५ मध्यें डॉ. विल्यम प्रौट या इंग्रज वैद्यक शास्त्रज्ञानें पुढें आणला होता. त्यानें निरनिराळ्या मूलद्रव्यांच्या परमाणुभारांकांमध्यें दिसून येणारा विलक्षण संबंध शास्त्रज्ञांच्या नजरेस आणून दिला. त्या वेळच्या अधिकारी शास्त्रज्ञांनीं (विशेषतः थॅामसन व बर्झेलियस यांनीं) जे आंकडे दिलेले होते ते घेऊन तुलना करून पाहतां असें आढळलें कीं, परमाणुभारांकांपैकीं बरेचसे भारांक उज्जाच्या भारांकाच्या कोणत्या तरी पूर्ण पटी इतके होते; व कांहींच्या मध्यें जो कांहीं फरक होता तो इतका अल्प होता कीं, तो केवळ संशोधकाच्या नजरचुकीचा परिणाम असणें शक्य होतें. प्रौटला हा संबंध यादृच्छिक आहे असें वाटेना आणि त्याला त्याचें पुढें दिलेल्या कारणाशिवाय दुसरें कोणतेंहि सयुक्तिक कारण सुचेना. तें कारण हेंच कीं, ज्यांनां मूलद्रव्यें म्हणून म्हणतात त्या सर्वांचे परमाणू उज्ज या एकाच मूलद्रव्याच्या परमाणूच्या निरनिराळ्या ठराविक संख्येचे बनलेले असले पाहिजेत. तर मग उज्ज हें एकच खरें मूलद्रव्य असून इतर सर्व द्रव्यें ह्या एकाच मूलद्रव्याचे बनलेले संयुक्त पदार्थ असतील काय?

परमाणुभारांकांच्या नियतान्तरतेच्या कारणाचें संशोधन.—प्रौटनें ही आपली लोकांस थक्क करून सोडणारी कल्पना प्रथम एका निनांवी लेखामध्यें प्रसिद्ध केली; परंतु नंतर तो उघडपणें तें आपलें मत म्हणून प्रतिपादन करूं लागला, व तें मतच त्रिकालाबाधित सत्य आहे असें आग्रहानें सांगूं लागला. ही प्रौटची कल्पना डेव्हीनें मूलद्रव्यें म्हणून वाटणाऱ्या कित्येक पदार्थांचें पृथक्करण करून दाखविल्यानंतर पाठोपाठ पुढें आल्यामुळें ती मोहक वाटूं लागली आणि कांहीं काळपर्यंत ती इतकी लोकमान्य झाली कीं, रसायनशास्त्रज्ञांची सर्व मूलद्रव्याचे ठरविलेले परमाणुभारांक अपूर्णांक काढून टाकून पूर्ण संख्यांक करण्याकडे प्रवृत्ति होऊं लागली. परंतु लवकरच परमाणुभारांक पुन्हां तपासून निश्चित ठरविल्यानंतर वरील प्रकाराविरुद्ध मत बनूं लागलें, आणि प्रौटचा नियम म्हणून मानली जाऊं लागलेली मूळ कल्पना अग्राह्य ठरून मागें पडूं लागली. तथापि १८४० च्या सुमारास प्रौटची ही कल्पना डमयूसनें पुनरुज्जीवित केली. ड्युमास स्वतः मोठा अधिकारी शास्त्रज्ञ असल्यामुळें त्याचें म्हणणें इतर शास्त्रज्ञ आदरपूर्वक ऐकून घेऊं लागले. त्यानें कर्बाचा भारांक पुन्हां काळजीपूर्वक निश्चित केला. तो उज्जाच्या भारांकाच्या बरोबर बारा पटीइतका असल्याचें आढळून आल्यामुळें सदरहू मताला चांगली पुष्टि मिळाली.

नंतर ड्युमासचा शिष्य स्टास यानें पुष्कळसे परमाणुभारांक निश्चित ठरविण्याचें काम हातीं घेतलें, व त्याच्या निर्णयांनीं प्रौटच्या उपपत्तीला कायम सिद्धान्ताचें स्वरूप येईल अशी अपेक्षा होती. पण त्यानें दिलेल्या निकालांनीं सदरहू उपपत्ति उलट खोटीच ठरूं लागली. कारण, पुष्कळ मूलद्रव्यांचे परमाणुभारांक पूर्ण संख्येहून इतके निराळे अपूर्णांक येऊं लागले कीं, त्यांत संशोधकाची नजरचूक असेल असें म्हणणें शक्यच नव्हतें. तथापि लक्षांत घेण्यासारखी गोष्ट ही

कीं, वर वर्णन केलेल्या परिस्थितींतहि ड्यूमासचा आपल्या उपपत्तीवरील विश्वास मुळींच कमी झाला नाहीं. त्यानें आपल्या उपपत्तींचें स्वरूप थोडेंसें मर्यादित मात्र केलें. क्लार्क व मॅरिग्नॅक यांनीं पूर्वी सुचविल्याप्रमाणें, उज्ज स्वतः आद्य स्वरूपी मूलद्रव्य नव्हे, तर आद्य द्रव्य परमाणूच्या अर्ध्या किंवा चतुर्थांश वजनाचें असून त्या आद्य द्रव्याच्या परमाणूंचा संयोग होऊन बनलेला उज्जाचा परमाणु हा संयुक्त पदार्थ होय असें तो आतां प्रतिपादन करूं लागला. तथापि या मर्यादित स्वरूपाच्या उपपत्तीलाहि प्रयोगकुशल संशोधकांकडून जोराचा विरोध होतच राहिला.

अष्टकांच्या नियमाचें अवगमन.—तथापि १८६४ मध्यें मूलद्रव्यांचे परमाणुभारांक व त्यांचे इतर विशिष्ट गुणधर्म व त्यांच्यामध्यें आढळणारा विलक्षण संबंध लंडन येथील प्रो. जॉन ए. आर. न्यूलंड्स यानें रसायनशास्त्रज्ञांच्या निदर्शनास आणला. न्यूलंड्सला असें आढळलें होतें कीं, जर मूलद्रव्यें त्यांच्या परमाणुभारांकांच्या अनुक्रमानें एकापुढें एक मांडलीं तर आठ मूलद्रव्यांच्या अंतरानें तेच ते गुणधर्म पुनः पुन्हां आढळतात. या गोष्टीला अष्टकांचा नियम (लॉ ऑफ ऑक्टेव्हज) असें नांव देण्यांत आलें. त्याच्याकडे प्रथम कोणाचें फारसें लक्ष गेलें नाहीं. परंतु त्या नियमानें ज्या गोष्टी सूचित केल्या जातात त्या लवकरच इतर रसायनशास्त्रज्ञांच्याहि अवलोकनांत आल्या. त्या शास्त्रज्ञांत अमेरिकेंतला प्रो. गुस्टाव्ह हिनरिक्स, रशियांतला प्रो. मिट्री मेंडेलीफ आणि जर्मनींतला प्रो॰ लोथर मेयर हे प्रमुख होते. मेंडेलीफनें १८६९ मध्यें या शोधाचें संपूर्ण विवेचन पुढें मांडलें व त्याला ' नियतान्तरविषयक नियम ' असें नांव दिलें.

नियतान्तरतेच्या नियमाचा पडताळा.—हा शोध अत्यंत महत्त्वाचा आहे असें अलीकडे जरी मान्य झालेलें आहे, तरी प्रथमारंभीं त्याचें स्थूल स्वरूप पुष्कळसें पूर्णपणें पुढें मांडण्यांत आलें असूनहि रसायनशास्त्रज्ञांपैकीं बहुतेकांचें लक्ष दहा बारा वर्षें त्याच्याकडे फारसें गेलें नव्हतें. त्यानंतर गाल्ल (गॅलियम), स्कन्द (स्कॅंडिअम) व शार्मण्य (जर्मेनिअम) हीं तीन नवीं मूलद्रव्यें शोधून काढण्यांत आलीं; व त्यांचें पृथक्करण करतां तीं मेंडेलीफनें आपल्या नियतान्तरतेच्या नियमानुसार तयार केलेल्या क्रमवारीमध्यें ठेवलेल्या तीन रिकाम्या जागांमध्यें बरोबर बसतात असें अगदीं अनपेक्षित रीत्या आढळून आलें. याचाच अर्थ असा कीं, नियतान्तरविषयक नियमाच्या साहाय्यानें मेंडेलीफला नव्या मूलद्रव्यांचें अस्तित्व त्यांचा प्रत्यक्ष शोध लागण्यापूर्वीच कित्येक वर्षें भविष्यवाद्याप्रमाणें कथन करतां आलें होतें. अर्थात् ज्या उपपत्तीचा पडताळा इतक्या विलक्षण रीतीनें मिळूं शकतो तिला केवळ कविकल्पना असें म्हणतां येत नाहीं. म्हणूनच त्यानंतर नियतान्तरतेच्या नियमाला रसायनशास्त्रामध्यें तावडतोब अत्यंत महत्त्वाचा सिद्धान्त म्हणून जागा मिळाली.

या नियतान्तरतेच्या नियमास अगोदर सार्वत्रिक उपपत्तीचें स्वरूप नव्हतें. प्रत्यक्ष आढळून आलेल्या मूलद्रव्यांतील परस्परसंबंधाचा द्योतक म्हणून तो प्रथम पुढें मांडण्यांत आला होता. परंतु त्यावरून सूचित होणाऱ्या तात्त्विक गोष्टींकडे दुर्लक्ष करणें शक्य नव्हतें. प्रो. जे. एच्. ग्लॅडस्टननें म्हटलें आहे त्याप्रमाणें, त्या नियमावरून आपली अशी खात्री होते कीं;" मूलद्रव्यें हीं त्यांचा परस्पराशीं संबंध न ठेवतां उत्पन्न केलेले असे अगदीं निरनिराळे पदार्थ नसून तीं एकापासून दुसरें याप्रमाणें एका सामान्य योजनेनुसार मूळ बनविलेलीं आहेत. " प्रौटची उपपत्ति ही या विधानाच्या केवळ पुढचीच पायरी आहे.

विच्छिन्नकिरणदर्शक.—परंतु परमाणुभारांक ही एकच गोष्ट मूलद्रव्यें म्हणून मानलीं जाणारीं द्रव्यें संयुक्त स्वरूपाचीं आहेत असें सुचवितें असें नाहीं. हीच गोष्ट सिद्ध करण्याला अगदीं निराळ्या प्रकारचा पुरावा कारणीभूत झालेला आहे. प्रौटची उपपत्ति प्रथम रचली गेली त्या वेळीं या पुराव्याच्या साधनाची कोणाला कल्पनाहि असणें फारसें शक्य नव्हतें. हें साधन म्हणजे रसायनशास्त्रज्ञांच्या शस्त्रागारांतील एक नवें हत्यार होय. त्याचें नांव विच्छिन्नकिरणदर्शक (स्पेक्ट्रॉस्कोप) हें आहे. हें यंत्र गुस्टाव्ह रॉबर्ट किरचॉफ व रॉबर्ट विलहेल्म बुनसेन या दोन जर्मन-शास्त्रज्ञांनीं पूर्ण सुधारून तयार केलें. या कामीं १८१५ मध्यें फ्रौनहोफरनें व त्याच्याहि पूर्वी दहा वर्षें वोलॅस्टननें सूर्याच्या विच्छिन्नकिरणपटामध्यें (सोलर स्पेक्ट्रममध्यें) ज्या काळ्या रेषा अवलोकन केल्या होत्या त्या रेषांच्या कारणासंबंधानें १९ व्या शतकाच्या मध्याच्या सुमारास त्या जर्मन शास्त्रज्ञांनीं केलेल्या संशोधनाची मदत झाली होती. सूर्याच्या विच्छिन्न किरणपटामध्यें या काळ्या रेषा विशिष्ट ठिकाणींच दिसून येत असून त्या कांहीं विशिष्ट मूलद्रव्यमय पदार्थांच्या निदर्शक आहेत, अशी शंका इंग्लंडमधल्या स्टोक्स व फॉक्स टालबॉट यांना प्रथम आली, व तो संशय बरोबर असल्याचें बुनसेन व किरचॉफ यांनीं निश्चित स्वरूपांत पुढें मांडलें. विच्छिन्नाकिरणदर्शक यंत्र म्हणजे वस्तुतः त्रिपार्श्व कांच (प्रिझम) व त्यास जोडून असलेलें एक भिंग एवढेंच असतें, व त्याच्या साहाय्यानें उपयुक्त रेषांचें स्थान फार बिनचूकपणानें निश्चित करणें शक्य होतें. यामुळें रासायनिक पृथक्करण करण्याचें एक अत्युत्कृष्ट नवें साधन उपलब्ध झालें असें लवकरच स्पष्ट झालें. कारण लवकरच असें आढळून आलें कीं, एका ग्रेनचा दोन-लक्षांश इतक्या सिंधूच्या (सोडियमच्या) अंशाचें अस्तित्वहि विच्छिन्नकिरणपटदर्शनानें उघडकीस येऊं शकतें. परंतु यापेक्षांहि अधिक महत्त्वाची गोष्ट ही कीं, ज्या पदार्थाची विच्छिन्नकिरणपटदर्शनानें परीक्षा करावयाची असते तो पदार्थ

किती अंतरावर असला पाहिजे याबद्दल मुळींच मर्यादा नाहीं. फक्त त्या पदार्थापासून पुरेसा प्रकाश यंत्रापर्यंत येऊन पोहोंचला म्हणजे झालें; मग तो पदार्थ सूर्यामध्यें असो किंवा त्याहूनहि दूर असलेल्या एखाद्या दुसऱ्या ताऱ्यांत किंवा तेजोमेघांत असो. या यंत्रानें केलेल्या प्रथमारंभींच्या अद्भुत पराक्रमांपैकीं, सूर्याच्या रासायनिक घटनेसंबंधानें गुप्त कोडें उघड करून सांगणें, हा एक पराक्रम होता.

प्रकाशलेखनाच्या कलेचें रसायनशास्त्रास साहाय्य.—तथापि विच्छिन्नकिरणदर्शकाची उपयुक्तता पूर्णावस्थेस नेण्याकरितां त्याला दुसऱ्या नव्या रसायनशास्त्रीय साधनाची जोड करून देणें जरूर होतें. तें साधन म्हणजे प्रकाशलेख (फोटो) घेण्याची कला हें होय. हल्लीं सर्वांस परिचित असलेली ही तसवीर काढण्याची क्रिया प्रकाशाच्या अंगच्या रजताच्या कांहीं विवक्षित अस्थिर संयुक्त पदार्थांचें (उ० रजतनत्रिताचें) रासायनिक पृथक्करण करून त्यांची रासायनिक दृष्ट्या घटना बदलून टाकणाऱ्या गुणाच्या साहाय्यानें करण्यांत येत असते. १९ व्या शतकाच्या आरंभींच्या काळांतच प्रकाशलेखनपद्धतीच्या उपयुक्ततेचा शोध लावण्याचें श्रेय डेव्ही व वेजवुड यांस मिळावयाचें होतें, पण थोडक्यानें चुकलें. पुढें त्यांच्या मागून झालेल्या शास्त्रज्ञांनीं तिजकडे दुर्लक्षच केलें. अखेर १८२६ च्या सुमारास लुई जे. एम्. डागुरे या फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञानें तो प्रश्न पुन्हां हातीं घेतला, आणि त्या संबंधानें पुष्कळ वर्षे प्रयोग करून १८३९ च्या सुमारास ती पद्धति बऱ्याच पूर्णावस्थेप्रत नेली; व प्रथम त्याच सालीं डागुरेनें तयार केलेल्या प्रकाशलेखनयंत्रानें लोकांचें लक्ष वेधून घेतलें. शिवाय त्याच वर्षी मिस्टर फॉक्स टालबॉट यानें आपला याच विषयावरील एक निबंध रॉयल सोसायटीपुढें वाचला, आणि नंतर लवकरच हर्शेल व दुसरे अनेक भौतिक तत्त्ववेत्ते यांच्या प्रयत्नांनीं या नव्या पद्धतीच्या प्रगतीला मदत केली.

१८४३ मध्यें डॉ. जॉन डब्ल्यू. ड्रेपर या प्रसिद्ध इंग्रज अमेरिकन रसायन व इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञानें असें दाखवून दिलें कीं, प्रकाशलेखनाच्या युक्तीनें सूर्याच्या विच्छिन्न किरणपटांतील फ्रौनहोफर रेषांचें चित्र पूर्ण बिनचूकपणानें घेतां येण्यासारखें आहे. आणि त्यानें असेंहि सिद्ध केलें कीं, रौप्यक्षारित पटलानें साध्या डोळ्यांनां अदृश्य असलेल्या पुष्कळ रेषा उघडकीस येऊं शकतात. या अवलोकन पद्धतीची उपयुक्तता इतरांनां एकदम पटली आणि विच्छिन्नकिरणदर्शक पूर्ण सुधारून तयार होतांच त्याच्या साहाय्यास प्रकाशलेखनाची योजना रसायनशास्त्रज्ञांनां अत्यंत आवश्यक वाटूं लागली. या साधनांच्या साहाय्यानें दुसऱ्या कोणत्याहि उपायानें शक्य नाहीं इतक्या बिनचूकपणानें विच्छिन्न किरणांच्या तुलना करतां येऊं लागल्या; आणि ताऱ्यांच्या बाबतींत तर विच्छिन्न किरणांचे समूहचे समूह एकाच अवलोकनानें प्रतिबिंबित करतां येऊं लागले.

पृथ्वीवरील मूलद्रव्यांचें ताऱ्यांवर अस्तित्व.—सूर्यासंबंधीं व ताऱ्यांसंबंधीं जेव्हां अधिकाधिक वेध घेण्यांत येऊं लागले, तेव्हां पृथ्वीतलावर परिचित असलेलीं अनेक मूलद्रव्यें या अंतरिक्षस्थ गोलांमध्यें सांपडूं लागून शास्त्रज्ञ लोकांस हर्षभरित किंवा आश्चर्यचकित करूं लागलीं. पण सर्वांत आश्चर्याची गोष्ट त्यांनां ही दिसली कीं या अंतरिक्षस्थ गोलांमध्यें उज्ज या मूलद्रव्याचें प्रमाण इतर मूलद्रव्यांच्या मानानें अतिशय अधिक असतें. सूर्याभोंवतालच्या वातावरणांत या उज्ज मूलद्रव्याचा अवाढव्य सांठा आहे इतकेंच नव्हे तर दुसरे कित्येक सूर्य असे आढळून आले आहेत कीं त्यांच्यामध्यें उज्जाच्या रेषांशिवाय इतर कसल्याहि रेषा बहुतेक दिसत नाहींत. यानंतर लवकरच असें दिसून आलें कीं ज्या ताऱ्यांवर सदरहू स्थिति (उज्जाचें अत्यंत आधिक्य) असते ते लुब्धकासारखे तारे शुभ्र असतात. अर्थात् हे सर्वांत उष्ण असले पाहिजेत. उलटपक्षीं, जे तारे केवळ सूर्यासारखे रक्तोष्ण असतात, त्यांच्यामध्यें उज्जाबरोबरच लोहादि धातू व दुसरीं कित्येक मूलद्रव्यें यांच्या वाफांचेंहि अस्तित्व असतें.

प्रौटच्या उपपत्तीस पुष्टिकारक पुरावा.—१८७८ मध्यें प्रो. जे. नॉर्मन लॉकिअर यानें, रॉयल सोसायटीपुढें वाचलेल्या एका निबंधांत, उपरिनिर्दिष्ट वेधांत आलेल्या अनेक गोष्टींनीं सूचित होणाऱ्या कल्पनेकडे इतरांचें लक्ष वेधून घेतलें. त्यानें असें जोरानें प्रतिपादन केलें कीं, आपल्या या थंड झालेल्या पृथ्वीवर आहेत त्यापेक्षां सूर्यावर कमी मूलद्रव्यें आढळतात, आणि सूर्यापेक्षांहि अधिक उष्ण असलेल्या ताऱ्यांवर फक्त एकच मूलद्रव्य आढळतें. या गोष्टीवरून असा बराच संभव दिसतो कीं, ज्यांनां आपण मूलद्रव्यें मानतों ते वास्तविक संयुक्त पदार्थ असून अत्यंत उष्ण असलेल्या ताऱ्यांच्या उष्णतेमध्यें त्यांचें रासायनिक पृथक्करण होऊन त्या सर्वांचें उज्ज हें एकच द्रव्य बनत असावें. इतकेंच नव्हे, तर उज्ज हा देखील एक संयुक्त पदार्थ असून त्याचेंहि पृथक्करण वरीलपेक्षां अधिक कडक परिस्थितींत होणें शक्य आहे.

प्रौटच्या उपपत्तीला, ज्याला प्रयोगसिद्ध म्हणतां येईल असा, वर दिल्याप्रमाणें पुरावा उपलब्ध झाला. तथापि दुर्दैवानें हा पुरावा अशा प्रकारचा आहे कीं, त्यासंबंधाची वाटाघाट करण्यास समर्थ असे तज्ज्ञ शास्त्रज्ञ फार थोडे आहेत. कारण ताऱ्यांच्या विच्छिन्न किरणपटांचें पृथक्करण हा विषय फारच नाजुक आहे. आणि त्यापेक्षांहि अधिक दुर्दैवाची गोष्ट ही कीं, ह्या तज्ज्ञांचेंहि प्रो. लॉकिअरच्या अनुमानांसंबंधानें आपसांमध्यें एकमत नाहीं. प्रो. क्रुक्ससारख्या कित्येक शास्त्रज्ञांनीं हीं अनुमानें मोठ्या गौरवपूर्वक मान्य करून लॉकिअरला " निरिंद्रिय सृष्टीचा डार्विन "

अशी पदवी देण्यास सुरवात केली; तर उलटपक्षीं दुसऱ्या शास्त्रज्ञांनीं लॅकिअरनें पुढें मांडलेल्या गोष्टींचें निराळेंच कार्यकारणविषयक स्पष्टीकरण देण्याचा प्रयत्न चालविला. अद्याप ह्या वादाचा कायमचा निकाल लागला असें मुळींच म्हणतां येत नाहीं. तथापि नियतान्तरतेचा नियम आणि विच्छिन्नकिरणदर्शक यांचा परस्पर संबंध जमल्यासारखा झालेला असल्यामुळें ज्यांनां मूलद्रव्यें म्हणून म्हणतात तीं संयुक्त पदार्थांच्या स्वरूपाचीं आहेत हें मत अधिकाधिक ग्राह्य होत चाललें आहे यांत शंका नाहीं. डाल्टनचा परमाणु हा वास्तविक संयुक्तमूलक (कम्पाउंड रॅडिकल) आहे, आणि हल्लीं मूलद्रव्यें म्हणून मानल्या जाणाऱ्या निरनिराळ्या दृश्य पदार्थांच्या मागें एकच आद्यस्थितिगत द्रव्य आहे, या गोष्टीवरील लोकांचा विश्वास अधिकाधिक वाढत आहे. फार काय, पण १९०० च्या सुमारास हें मत निश्चितपणें प्रस्थापित करणारा असा प्रत्यक्ष प्रयोगसिद्ध पुरावा अखेर उपलब्ध झाला असून तो क्ष-किरणविसर्जक (रेडिओ ॲक्टिव्ह) पदार्थांच्या संशोधनांतून बाहेर आला आहे. ही गोष्ट कशी घडून आली यासंबंधाचें वर्णन पुढील एका प्रकरणांत यावयाचें आहे.

वायूंचें द्रवीकरण.—इ. स. १८२३ मध्यें डेव्ही याच्या सूचनेवरून फॅरेडेनें एक प्रयोग केला तेव्हां त्याला एक प्रकारचें स्वच्छ पिंवळ्या रंगाचें तेल उत्पन्न झाल्याचें आढळलें व परीक्षणाअंतीं तें द्रवावस्थेंतील हर (क्लोरिन) वायु असल्याचें सिद्ध झालें. परंतु तोंपर्यंत हर हा शुद्ध स्थितींत वायुरूप असल्याचें शास्त्रज्ञांस माहीत असल्यामुळें त्यांचें द्रवीभवन हा एक आश्चर्यकारक चमत्कार वाटला. अशा रीतीनें एकदां सुगावा लागल्यावर डेव्ही व फॅरेडे यांनीं दुसरे बरेच वायू वरीलप्रमाणें द्रवस्वरूपांत-आणण्याची खटपट केली व ह्या प्रयोगांस यश येऊन गंधकसाम्ल, (सल्फ्यूरस ॲसिड), कर्बाम्ल (कॅर्बानिक ॲसिड) व उद्–हराम्ल (हायड्रोक्लोरिक ॲसिड) इत्यादि वायूंनां द्रवरूप देण्यांत आलें. हें द्रवरूप देण्याकरितां शैत्य व हवेचा दाब या दोन्ही गोष्टींचा उपयोग केला जात असे. ह्या पूर्वींच इ. स. १८०१ मध्यें 'जॉन डाल्टन' या शास्त्रज्ञानें, कोणताहि वायु पुरेशा थंडपणामुळें व हवेच्या दाबानें द्रवस्थितींत आणणें शक्य आहे असें अनुमान काढलें होतें.

हरवायूचें द्रवीकरण झालेलें पाहून डाल्टनच्या ह्या सिद्धान्ताच्या सत्यतेविषयीं डेव्ही व फॅरेडे यांची पूर्ण खात्री झाली. परंतु इ. स. १८२३ मध्यें तीव्र शैत्य व हवेचा दाब उत्पन्न करतां येईल अशीं शास्त्रीय साधनें उपलब्ध नसल्यामुळें प्राण, उज्ज, नत्र इत्यादि कित्येक वायूंच्या द्रवीकरणाच्या बाबतींत डेव्ही व फॅरेडे यांनां हताश व्हावें लागलें.

पुढें थिलॉरिअर, मिचेल व नॅटरर ह्या शास्त्रज्ञांनीं पुष्कळ श्रमांनीं चांगलीं वाताकर्षक यंत्रें व तीव्र शैत्यजनक मिश्रणें तयार केलीं. त्यांचा फायदा घेऊन इ. स. १८४४ मध्यें फॅरेडे यानें पूर्वींचे सोडून दिलेले प्रयोग करण्याचें पुन्हां मनावर घेतलें. त्यानें डाल्टन याच्या तत्त्वाप्रमाणें त्यावेळीं ज्ञात असलेल्या बहुतेक सर्व वायूंनां द्रवस्थितींत आणलें, व कांहींनां घनस्थितीपर्यंतहि नेऊन पोंचविलें. परंतु नत्रस प्राणिद (नायट्रस ऑक्साइड), अनूप (मार्शगॅस), कर्बद्विप्राणिद (कार्बानिक ॲसिड), प्राण, नत्र व उज्ज हे सहा मात्र कोणत्याहि प्रयोगास दाद देईनात आणि म्हणून त्यांनां "स्थिर वायु" हें नांव प्राप्त झालें.

यानंतर कांहीं दिवस जगांतील सर्व शास्त्रज्ञांचे, ह्या सहा स्थिर वायूंनां द्रवस्थिति कशी आणतां येईल ह्यावद्दल प्रयत्न सुरू झाले. एका बाजूनें उष्णमान शक्य तितकें कमी करणें व दुसऱ्या बाजूनें हवेचा दाब शक्य तितका जास्त वाढविणें ह्या गोष्टींमध्यें रसायनशास्त्रज्ञ आपल्या मेंदूची शक्ति खर्च करीत होते. इंग्लंडमध्यें अँड्रूज यानें, थिलॉरियर यानें शोधून काढलेल्या घन कर्बद्विप्राणिद व इथ्र (ईथर) नामक द्रव पदार्थांच्या–८० अंश शीतता उत्पन्न करणाऱ्या मिश्रणाचा उपयोग करून एका चौरस इंचावर सुमारें चार टन वजनाचा किंवा वातावरणाच्या दावाच्या नेहमींच्या पांचशें पट दाब उत्पन्न केला. परंतु कांहीं झालें नाहीं. नॅटरर यानें हाच दाब सत्तावीसशें पट म्हणजे एका चौरस इंचास एकवीस टन वजनाइतका केला, पण त्याचा देखील कांहीं उपयोग झाला नाहीं. उष्णमान विचारांत न घेतां केवळ दाबामुळें वरील स्थिर वायू द्रवस्थितींत आणतां येणार नाहींत ह्या सिद्धान्ताचें जें पुसट ज्ञान कॅगिनअर्ड डी लाटूर ह्या फ्रेंच शास्त्रज्ञास झालें होतें व ज्या सिद्धान्तावर फॅरेडे याचा दृढ विश्वास बसला होता, त्या वरील सिद्धान्तास अँड्रूजच्या प्रयोगावरून पूर्ण पुष्टि मिळाली. अशा रीतीनें निरनिराळ्या द्रव्यांनां स्थित्यंतरदर्शक असें कांहीं एक उष्णमान असतें कीं ज्याच्या पुढें तें द्रव्य वायुरूप बनतें, ही गोष्ट स्पष्ट ठरली. तेव्हां फक्त उष्णमान पाहिजे तितकें कमी कसें करावें हाच काय तो प्रश्न राहिला,व हा सोडविण्यासाठीं एखाद्या नवीन तत्त्वापेक्षां पूर्वींच माहीत असलेल्या एका तत्त्वाचा–द्रवस्थितींत असलेल्या पदार्थाचें बाष्पीभवन होत असतां त्या पदार्थाचें व त्याच्या भोंवतालच्या पदार्थांचें उष्णमान कमी होत असतें या गोष्टीचा–अवलंब करण्यास योग्य तऱ्हेच्या यंत्रसामुग्रीचीच जास्त आवश्यकता होती.

वरील सिद्धान्ताच्या साहाय्यास नवीन उपयुक्त यांत्रिक सामुग्री तयार करून घेऊन जिनेव्हा येथें पिक्टेट यानें व पॅरिसमध्यें कॅलेटेट यानें स्वतंत्रपणें प्रयोग करून पाहिले. पिक्टेट यानें व्यापारी धोरणाबरहुकूम क्रमाक्रमानें उष्णमान जास्त जास्त कमी करण्याकरितां द्रवरूप वायू बरेचसे उपयोगांत आणले. द्रवगंधकसाम्लाच्या बाष्पीभवनामुळें

कर्बद्विप्राणिदाला द्रवस्थिति प्राप्त झाली व पुनश्च याच्या बाष्पीभवनामुळें प्राणवायूस जवळजवळ द्रवस्थिति प्राप्त होईल इतकेंच उष्णमान उतरलें व दाब एकदम काढून घेतल्यामुळें प्राणवायू जोरानें प्रसृत होत असतांना त्याचा कांहीं अंश द्रवरूप पावला. अशा प्रकारचे प्रयोग पिक्टेट व कॅलेटेट यांनीं एकाच वेळीं स्वतंत्र रीतीनें इ. स. १८७७ मध्यें केले. कॅलेटेट यानें नवीन शोधलेला दारिलिन (अॅसेटिलिन) वायूहि द्रवरूप केला. सुमारें पांच वर्षांनीं रॉब्लेस्की यानें अनूप (मार्श गॅस) द्रवरूपांत आणला व त्याच्या पुढच्या वर्षी नत्र वायूलाहि द्रवरूप प्राप्त झालें. ऑल्झेस्की यानें कर्बद्विप्राणिद व नत्रस प्राणिद या वायूंनां इ. स. १८८४ मध्यें द्रवरूप आणलें.

अशा रीतीनें सुमारें चाळीस वर्षे फॅरेडेचे पांच स्थिर वायू द्रवरूप करण्यांत गेलीं. सहावा उज्ज वायू ह्या अद्याप स्थिरच होता. फॅरेडेच्या कार्यांतील ही राहिलेली अपूर्तता भरून काढण्यांत पुढील दहा वर्षे निघून गेलीं.

इ. स. १८८४ सालापासून फॅरेडे याच्या नंतर आलेल्या प्रो. डेवारच्या संशोधन कार्यांमुळें ' रॉयल इन्स्टिट्यूशन ' ही नीचोष्णमानविषयक संशोधनाचें केंद्रस्थान झालें. सुधारलेल्या यांत्रिक सामुग्रीच्या साहाय्यानें व प्रयोगाकरितां घेतलेल्या द्रव्यास जास्त उष्णता प्राप्त होऊं नये म्हणून नवीन कल्पकतेच्या युक्त्या योजून प्रो. डेवार यानें, माउसन यानें नुकताच शोधून काढलेला प्लव (फ्लोरिन) वायु व सौर (हेलियम) वायु इ. स. १८९७ मध्यें द्रवस्थितींत आणण्यांत यश मिळविलें. पुढील म्हणजे १८९८ सालीं उज्ज वायूहि द्रवस्थितींत आल्याचें त्यानें जाहीर केलें आणि अशा रीतीनें आतांपर्यंत 'स्थिर वायू' म्हणून मानला गेलेला उज्ज प्रत्यक्ष द्रवरूपानें कांचेच्या पेल्यांत ठेवतां येऊं लागला.

ह्या ठिकाणीं एक गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे कीं ह्या वायूंच्या द्रवीकरणाचा लढा केवळ उपरिनिर्दिष्ट बाष्पीभवनाच्या तत्त्वानेंच मिटला नसून त्याकरितां दुसऱ्या एका नवीन तत्वाचें साहाय्य घ्यावें लागलें. दाब घातलेल्या किंवा संकुचित केलेल्या वायूस पसरण्यास एकदम वाव दिला असतां त्याचें उष्णमान उतरतें हें तें दुसरें तत्त्व होय, व हें लॉर्ड केल्व्हिन ह्यानें पुष्कळ दिवस अगोदर सिद्ध केलें होतें. प्रथम ह्याच तत्त्वाचा उपयोग जर्मनीमध्यें प्रो. लिन्डे ह्या शास्त्रज्ञानें व इंग्लंडमध्यें डॉ. वुइल्यम्स हॅम्प्सन या इंग्लिश गृहस्थानें स्वतंत्ररीत्या तीव्रशैत्योत्पादनाकरितां केला. व ह्याच तत्वानुरूप प्रो. डेवार यांस उज्जवायु द्रवरूपांत आणतां आला. अलीकडे युनिव्हर्सिटि कॉलेज लंडन मधील अध्यापक रॅम्से आणि डॉक्टर टॅव्हर्स यांनीं वरील नियमाप्रमाणेंच वायूंच्या द्रवीभवनाच्या पद्धतीचें विस्तृत वर्णन दिलें आहे. ह्यावरून असें दिसतें कीं केवळ स्वयंसंकोचन व प्रसरण पद्धति उज्ज व दुसरे कित्येक वायू ह्यांच्या बाबतींत द्रवरूप आणण्याचें कार्य करीत नाहीं, कारण उज्जवायु सामान्य उष्णमानावर प्रसरण पावतांना थंड न होतां उष्णच होत जातो. जेव्हां संकोचन पावलेला उज्ज एखाद्या तीव्रशैत्यजनकानें पुष्कळसा थंड करावा तेव्हांच तो प्रसरण पावतांना अधिक शीततां पावतो. युनिव्हर्सिटि कॉलेज मधील प्रयोगामध्यें संकुचित उज्ज वायू असलेल्या नळीचीं वेटोळीं प्रथम -८० अंशावर उष्णमान असलेल्या अल्कहल व घनकर्बद्विप्राणिद भरलेल्या एका भांड्यांतून, नंतर वातावरणा इतकाच सामान्य दाब असलेली द्रवरूप हवा भरलेल्या एका भांड्यांतून व सरतेशेवटीं द्रवरूप हवा एका निर्वात भांड्यांत उकळत असतांना एकंदर उष्णमान -२०५ अंशापर्यंत झालेलें असतांना त्यामधून, नेऊन नंतर त्याचा हम्प्सनच्या नागमोडी नळींत प्रवेश करवावयाचा म्हणजे त्यास प्रसरणजन्य स्वयंशीतीकरण या क्रियेमुळें द्रवरूप येतें. ह्या प्रयोगाच्या योगानें डॉ. टॅव्हर्स यास इतर प्रयोगांच्या वेळीं उपयोगांत आणण्याकरितां द्रवस्थितींतील उज्ज वायु लागेल तेवढा मिळूं लागला व ह्याचाच उपयोग करून त्यानें आणखी नवीन वायूंचे शोध लाविले.

तत्त्वें व प्रयोग.—सामान्यतः वायुरूप असलेल्या द्रव्यांनां द्रवरूपांत आणणें ही गोष्ट प्रथमदर्शनीं मोठी चमत्कृतिपूर्ण वाटते. तथापि दुसऱ्या दृष्टीनें द्रवरूपांतील जल, पारा, लोखंड इत्यादि द्रव्यांपेक्षां द्रवरूप हवेबद्दल विशेष आश्चर्य वाटण्याचें कारण नाहीं. कारण हवेच्या द्रवीकरणापूर्वी बरेच दिवस शास्त्रसंशोधकांस, इतर जल, पारा, लोखंड वगैरे द्रव्याप्रमाणें वायुरूप द्रव्यांनांहि खात्रीनें कांहीं विशिष्ट परिस्थितींत द्रवरूपांत आणतां येईल ह्या सिद्धान्ताची पूर्ण जाणीव होती. परंतु ह्या एका गोष्टीचा प्रत्यक्ष अनुभव घेण्याच्या क्रियेंत पुष्कळ नवीन अज्ञात तत्त्वें माहीत होऊन त्यांचें साहाय्य झालें; अनेक अज्ञात गोष्टींवर नवीन प्रकाश पडला व नवीन नवीन संशोधनक्षेत्रेंहि दृष्टिपथांत आलीं. केवळ शास्त्रीय दृष्टीनेंच नव्हे तर व्यापारी दृष्टीनेंहि उपयुक्त अशीं नवीन शक्तीच्या उपयोगाचीं साधनें उपलब्ध झालीं म्हणूनच नीचोष्णमानविषयक संशोधनकार्य हें चालू शतकांतील अतिशय महत्त्वाच्या शास्त्रीय गोष्टींपैकीं एक आहे.

उष्णतेच्या स्वरूपाविषयीं बराच कालपासून शास्त्रज्ञांमध्यें जो वाद माजून राहिला होता त्या वादाविषयीं शेवटचा निर्णय वरील संशोधनकार्यांमुळेंच लागला, व तो निर्णय रम्फर्डच्या मतास अनुकूल असाच झाला व त्यायोगानें उष्णता ही एक द्रव्य नसून केवळ एक अवस्था आहे असें ठरलें.

यानंतर उष्णमान वाढलें असतां द्रव्याचा विकास होणें ह्या साध्या परिचयाच्या गोष्टीचा उलगडा कशा रीतीनें करतां येईल त्याकडे लक्ष देणें आवश्यक आहे. एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यापासून, ' उष्णता ही गतिमूलक आहे ' हा सिद्धान्त शास्त्रसंशोधकांस मार्गदर्शक झाला आहे. ह्या उपपत्तीप्रमाणें सर्व विश्वांतील द्रव्य हें अत्यंत लहान अणूंचें बनलेलें असून हे अणू सदासर्वदा आंदोलन स्थितींत असतात, व त्यावेळीं त्यामध्यें स्वरोत्पादक नामाप्रमाणें (ट्यूनिंग फोर्क) अणूंच्या आंदोलनाची गति कमी होत होत

सूक्ष्म आंदोलनें होत असतात, व ही गति अतिशय सूक्ष्म असली तरी ईंधका (ईथर) मधून ह्या आंदोलनलहरी सुरू असतात.

अशा रीतीनें प्रत्येक अणू ह्या इंधक द्रव्यामध्यें गतिलहरी पसरवीत असतो. त्यामुळें अर्थातच प्रत्येक अणू ह्या दुसऱ्या अणूंनीं उत्पन्न केलेल्या गतिलहरीचा स्वीकारहि करीत असतो, व अशा रीतीनें देण्याघेण्याचा साध्या कमीजास्त-पणावरून द्रव्यामधील गति दृश्य स्थितीस येते. अशा रीतीनें साध्या गतिशास्त्रीय मूलतत्वावरून हें स्पष्ट आहे कीं, प्रत्येक अणू त्यांतील आंदोलनाप्रमाणें दुसऱ्यापासून तुटून राहण्याची खटपट करितो, व ह्या गतियुक्त हालचालींनां उष्णमान म्हणतात. ज्या मानानें द्रव्यगत उष्णमान असेल त्या मानानें त्यांतील अणू दूर होऊं पाहतात व अशा रीतीनें उष्णमान वाढलें असतां पदार्थांचा विकास किंवा विस्तार कां होतो ह्याची नीट उपपत्ति लावतां येते.

परंतु ह्यावर अशी शंका येते कीं जर द्रव्याचे परमाणू सर्वदा गतियुक्त असून एकमेकांपासून दूर राहण्यासाठीं धडपडतात, तर ह्या गतिविरुद्ध कांहीं तरी द्रव्याच्या अणूंनां एकत्र बांधून ठेवणारी दुसरी शक्ति असली पाहिजे, नाहीं तर द्रव्यें एका ठिकाणीं अस्तित्वांतच राहणार नाहींत. आणि खरोखरीच अशा प्रकारची एक शक्ति आढळते व तिला "संयोगशक्ति" (फोर्स ऑफ कोहीजन) म्हणतात. ही शक्ति म्हणजे पदार्थांच्या अणूंनां एकमेकांकडे ओढणारें एक प्रकारचें गुरुत्वाकर्षणच होय. ह्यासंबंधीं पुढीलप्रमाणें सिद्धांत मांडतां येईलः 'संयोग शक्ति' ही अंतराच्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणांत असते. यावरून पदार्थांतील अणू, संयोगशक्ति व उष्णमानामुळें होणारें प्रसरण यांमध्यें सारखें युद्धच चालू असतें असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. या दोन्ही परस्परविरुद्ध क्रियांत संयोग शक्तीचा जोर असला तर पदार्थांतील अणू एकमेकांस घट्ट चिकटलेले राहतात व ह्या स्थितींत द्रव्य हें घनरूपांत राहतें. ह्या दोन्ही शक्ती-सारख्याच जोरदार झाल्या तर अणू स्वतंत्रपणें एकमेकांमध्यें बावरतांत परंतु नेहमीं एकमेकांत सर्व साधारण अंतर राखतात व ह्या वेळच्या पदार्थांच्या स्थितीस द्रवरूप म्हणतात. आणि संयोग शक्तीपेक्षां पदार्थगत उष्णमानामुळें अणूंची दूर राहण्याची प्रवृत्ति वाढली तर पदार्थ वायुरूप होऊन त्यांतील अणू एकमेकांपासून दूर दूर जाऊं लागतात, व त्या स्थितीस वायुरूप स्थिति म्हणतात ह्यावरून वायूंनां द्रवरूप देणें म्हणजे त्यांमध्यें संयोगशक्तीची प्रसरणशक्ति-तुल्य वाढ करणेंच होय. परंतु संयोगशक्ति ही गुरुत्वा-कर्षणाप्रमाणें स्थिरप्रमाणबद्ध असल्यामुळें प्रत्यक्षपणें शास्त्रज्ञास तिची वाढ करतां येणें अशक्य आहे. परंतु संयोगशक्तीची प्रतिस्पर्धि, जी उष्णमानाच्या वाढीनें उत्पन्न होणारी प्रसरण शक्ति ही मात्र कमजोर करतां येईल. उदाहरणार्थ, एका पंचपात्रांत थोडा वायू सोडून त्याजवर दट्ट्याच्या योगानें दाब घातला तर आंतील वायूचे अणू एकत्र खेंचणारी संयोगशक्तीच वाढविल्यासारखें होईल. परंतु ह्यामुळें आपल्याला अपेक्षित गोष्ट घडून न येतां वायूच्या अणूंतील आघात वाढल्यामुळें उष्णमान मात्र वाढतें. ह्या गोष्टीवरून नुसतें वायूचें संकोचन केलें असतां संयोग-शक्तीला द्रवरूपांतराचा कार्यभाग करितां येत नाहीं. परंतु तेंच पंचपात्र जर एखाद्या थंड पदार्थांत ठेविलें तर बाहेरून होणारे उष्णताजन्य प्रत्याघात आंतून होणाऱ्या आघातां-पेक्षां बरेच निर्बल असतील तथापि आंतील वायु बाहेरील प्रत्याघात निर्बल असले तरी आपले आघात सारखे चालू ठेवील. यामुळें एकंदर उत्पन्न होणारी गति हळूहळू कमी कमी होत जाईल व शेवटीं त्या वायूचे कण एकमेकांवर इतक्या हळू आघात करतील कीं त्यांतील संयोगशक्ति त्यांस एका ठिकाणीं धरून ठेवील; व अशा रीतीनें वायूस द्रवरूप प्राप्त होईल.

वायूच्या द्रवीकरणाची ही सर्वसामान्य पद्धति आहे. परंतु एवढें लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं निरनिराळ्या वायूंच्या द्रवीकरणास लागणारें उष्णमान अत्यंत भिन्न असतें, परंतु सारख्या परिस्थितींत एकाच वायूच्या द्रवी-करणास लागणारें उष्णमान नेहमीं तेंच असतें. वरील भौतिक कल्पनांचा विचार केला असतां एक गोष्ट ठळकपणें दिसून येते कीं वायूचें द्रवरूपांतर करूं इच्छिणाऱ्यानें, त्या त्या वायूस भोंवतालच्या द्रव्यजातांतून मिळणाऱ्या उष्णतेचा निरोध कसा करतां येईल ह्या करितां झटलें पाहिजे. परंतु उष्णतेस चारी दिशांकडे पसरूं न देतां एका विशिष्ट मार्गा-नेंच जाऊं देणारें असें जर एखादें विणलेलें वेष्टन उपलब्ध झालें तर फारच बहार होईल. कारण मग जास्त कांहीं एक खटपट करावयास नको. मग ह्या द्रव्याच्या पात्रांत वायू अशा रीतीनें कोंडावयाचा कीं त्या योगानें बाहेरील उष्णता आंत न येतां आंतील उष्णतेस तेवढा बाहेर जाण्यास वाव मिळेल आणि अशा रीतीनें कोंडलेला वायू, प्रत्यक्ष उन्ह देखील, आपली अंतर्गत उष्णता बाहेर टाकून द्रवस्थितींत येऊन क्रमाक्रमानें घनीभूत होईल. ह्याच्याच उलट वरील पात्राच्या साहाय्यानें त्याचें तोंड उलट करून त्यांत एखादा लोखंडाचा तुकडा ठेवून उष्णता अशा रीतीनें आंत वाढवितां येईल कीं त्यायोगानें तीं पात्रें बर्फ व मीठ यांच्या मिश्रणांत ठेवलीं व बाहेरून कोणतीहि उष्णता न येऊं दिली तरी त्या मिश्रणापासून मिळणाऱ्या उष्णतेनेंच लोखंड लाल तापून वितळेल. अशा रीतीची जर चूल बनवली तर एका बर्फाच्या तुकड्यावर देखील लागेल तो जिन्नस शिजविनां येईल.

परंतु दुर्दैवानें अशा प्रकारचें द्रव्य अद्याप उपलब्ध झालेलें नाहीं. तेव्हां थंड केलेला द्रवरूप वायु बाहेरची उष्णता ज्या-योगानें स्वीकारणार नाहीं अशा प्रकारचें पात्र तयार करणें हें एक शास्त्रज्ञांपुढील मुख्य कार्य आहे. कारण अशा प्रकारचें कांहीं तरी उष्णता-रोधक साधन उपलब्ध झाल्या-शिवाय थंडस्थितींत आणलेले प्राणासारखे वायू त्याच स्थितींत

पुष्कळ वेळ टिकून राहणार नाहींत. त्याचप्रमाणें दुसरी एक अशी अडचण येते कीं प्राण ज्या वेळीं द्रवरूप होतो, त्यावेळीं त्याचें उष्णमान त्याच्या सभोंवतालच्या शैत्यजनकापेक्षां अतिशय उतरलेलें असल्यामुळें, वाहेरील शैत्यजनक पदार्थांतील उष्णता तो घेऊं लागतो. व ह्या क्रियेस अवरोध केला नाहीं तर प्राणाचे अणू एकमेकांपासून सुटून वायुरूप धारण करतात. तेव्हां ही प्रयोगाकरितां उपयोगी पडणारी द्रवस्थिति टिकवण्याकरितां कांहीं तरी उष्णता-निरोधक पात्राची जरूरी आहेच.

हें महत्त्वाचें शास्त्रीय कोडें उलगडण्याचा विजयशाली प्रयत्न प्रोफेसर डेवार यानें केला.

द्रवरूपांतील वायु सुरक्षित ठेवण्याकरितां त्यानें केलेलें पात्र जरी वर सांगितल्याप्रमाणें पाहिजे तसें नाहीं तरी देखील उष्णतानिरोध करण्यास पुष्कळच उपयोगी पडतें. ह्या कांचपात्राच्या वाजू दुहेरी असून त्यांमधील निर्वात पोकळींत कसल्याहि द्रव्याचे अणू नसल्यामुळें उष्णतावेगास पुष्कळच निरोध होतो. अशा रीतीनें उष्णतेच्या स्थानांतराच्या संभवनीय दोन साधनांपैकीं एक निष्फळ होतें आणि द्रवरूप वायूपासून वराच उष्णतानिरोध केला जातो. परंतु इंधक या द्रव्यांतून उष्णतेचें स्थानांतर शक्य असतें, व ह्याकरितां वाष्परूप पारा कांचपात्राच्या दोन्ही वाजूंमधील निर्वात पोकळींत सोडला जातो व ह्याचा उपयोग असा होतो कीं ह्या वाष्परूप पारा कांच पात्राच्या आंतील वाजूंवर पसरून सुंदर आरसा तयार होतो व त्यायोगानें निम्म्यापेक्षां जास्त उष्ण किरण वाहेरच्या वाहेरच परावर्तित होतात. अशा रीतीनें निर्वात पोकळी व आरसा ह्यांच्या दुहेरी साधनानें ह्या डेवारच्या पात्रांत' साध्या पात्रांत सहज प्रविष्ट होणाऱ्या उष्णतेपैकीं एकोणतीस हिस्से उष्णता वाहेर अडवली जाऊन उष्णतेच्या तिसाव्या हिश्शास फार तर जाण्यास वाव मिळतो. दुसऱ्या शब्दांत हीच गोष्ट सांगावयाची म्हणजे असें म्हणतां येईल कीं साध्या भांडयांत जो द्रवरूप वायू एका मिनिटांतच वायूस्वरूप धारण करील तोच डेवारच्या वरील पात्रांत अर्धा तासपर्यंत द्रवरूपांत टिकून राहील.

ह्यावरून अशा प्रकारच्या पात्रांत द्रवरूप हवा, रोजच्या सर्वसाधारण उष्णमानांत वराच काळपर्यंत ठेवतां येईल, मात्र ज्याप्रमाणें पाण्याचें पृष्ठभागाशीं वाष्पीभवन चालू असतें, त्याप्रमाणें ही द्रवरूप हवा पाण्यापेक्षां जरा जास्त जलदी पृष्ठभागाशेजारीं वाष्परूप होऊं लागेल. हें मात्र लक्ष्यांत ठेवलें पाहिजे कीं वाष्पीभवन होतांना या द्रवरूप हवेचें उष्णमान शून्यांशाखालीं १८० अंशावर उतरलेलें असतें. अशा प्रकारचें द्रवरूप वायूनें भरलेलें निर्वात पात्र बर्फासारख्या गार पदार्थांत ठेवलें आणि द्रावाचा कोणताहि पृष्ठभाग उघडा न राहील अशा तऱ्हेनें जर दोन निर्वात नळ्या एका ठिकाणीं जोडल्या तर हा द्रवरूप वायु बरेच दिवस तसाच ठेवतां येऊन त्याच्या मदतीनें अनेक पदार्थांवर निरनिराळे प्रयोगहि करण्यास सुलभ जाईल. अशा प्रकारचे पुष्कळ प्रयोग गेल्या दहा वर्षांत अनेक शास्त्रज्ञांनीं, विशेषतः हॉर्वर्ड येथील रम्फर्ड प्रोफेसर ट्रॉव्रिज् यानें केले. त्याचप्रमाणें प्रो० डेवार, पिक्टेट, रॉव्लेस्की आणि ऑल्झेस्की यांचेंहि संशोधन वऱ्याच व्यापक व विविध स्वरूपाचें आहे.

हें संशोधन विशेषतः विद्युद्वाहकता, चुंबकत्व, प्रकाशग्राहकत्व, संयोज्यता आणि अत्यल्पोष्णमानांतील द्रव्यामध्यें असणारें रासायनिक आकर्षण इत्यादि पदार्थांच्या निरनिराळ्या गुणधर्मासंबंधीं होतें. व या संशोधनांतीं असें आढळून आलें कीं, वहुतेक सर्व पदार्थ अतिशय थंड केले असतां त्यांमध्यें अतिशय महत्त्वाचे फेरवदल घडून येतात.

उदाहरणार्थ, जर एखाद्या शुद्ध धातूच्या तुकडयास विद्युन्मंडलांत ठेवून तो द्रवरूप हवेंत बुडविला तर जसजसा तो तुकडा थंड होत जातो तसतशी त्याची विद्युद्वहननिरोधक शक्ति कमी होत जाऊन सरतेशेवटीं द्रवरूप हवेच्या उष्णमानाचे वेळीं हा निरोध फारच थोडा असतो. अशा रीतीनें, हा धातूचा तुकडा 'मूलशून्यांशा'पर्यंत थंड केला गेला, तर हा विद्युद्वहननिरोध अगदीं नाहींसा होईल हें अनुमान खरें ठरणार आहे. ह्यावरून असें दिसून येतें कीं, शुद्ध धातूच्या अणूंतील उष्णतामूलक आंदोलनें विद्युत्प्रवाहाला निरोध करतात. परंतु कर्व या पदार्थांवर असाच प्रयोग केला तर त्यांतील उष्णता जसजशी कमी होते तसतशी त्याची विद्युत्प्रवाहनिरोधक शक्ति वाढत जाते. आतां या परस्परविरोधी गोष्टींची संगति लावणारी एखादी उपपत्ति जरी शोधून काढली तरी पुनः एक गोष्ट शिल्लक राहतेच. ती ही कीं मिश्र धातूंच्या विद्युत्प्रवाहनिरोधक शक्तींत उष्णमान वदलल्यानें मुळींच फरक होत नाहीं. सारांश, नीचोष्णमानांत विद्युत्प्रवहनाच्या गोष्टींसंवंधीं तूर्त तरी जास्त कांहीं विवरण करणें अशक्य आहे. त्याकरितां द्रव्यांच्या अणूविषयीं अद्याप वरीच जास्त माहिती झाली पाहिजे.

नीचोष्णमानांतील चुंबकत्वासंबंधीं गोष्टीवद्दल तर ह्यापेक्षांहि जास्त अज्ञान आहे. कारण ह्यासंबंधीं केलेल्या निरनिराळ्या प्रयोगांमध्येंच थोडी भिन्नता दृष्टीस पडते, परंतु प्रो. डेवार याचा सरतेशेवटचा निष्कर्ष असा आहे कीं, द्रवरूप हवेंत वारंवार बुडवून काढलेल्या चुंबकाची आकर्षणशक्ति कांहीं वेळ कमी जास्त होऊन शेवटीं कायमची वाढ. हवेंतील मामूल उष्णमानांत सामान्यतः चुंबकसंवादी नसलेल्या कित्येक द्रव्यांमध्यें शीतता आणली असतां चुंबकसंवादिता उत्पन्न होते. द्रवरूप प्राण हा ह्यांपैकींच एक आहे. द्रवरूप हवा ही अर्धवट घनरूप धारण करीपर्यंत थंड केली तर चुंबकाच्या साहाय्यानें तींतील प्राणवायु तेवढा वाहेर काढून घेतां येऊन बाकी फक्त नत्र शिल्लक राहिलेला दिसेल. ह्या सर्व गोष्टी आश्चर्यकारक असून, नवीन नवीन कल्पना सुचविणाऱ्या आहेत. उदाहरणार्थ, चुंबकत्व म्हणजे जर इंध-

कांतील लहरी असतील, तर उष्णतेच्या लहरीमुळें त्यांनां अडथळा होत असावा किंवा लोहचुंबकत्वाचा जर पदार्थांतील अणूंच्या गतीशीं संबंध असेल, तर उष्णतेच्या मुळाशीं असलेल्या अणूंच्या गतीनें चुंबकत्वाच्या अणुगतीस हरकत होत असावी. परंतु सध्यां तरी ह्या गोष्टी चुंबकत्वासंबंधींच्या इतर अनेक गोष्टींप्रमाणें अतिशय गूढ स्वरूपाच्याच आहेत.

टॉमस यंग व त्याचे अनुयायी यांनीं प्रकाशाच्या स्वरूपाचें ज्ञान बरेंचसें निश्चित करून दिल्यामुळें नीचोष्णमानामुळें होणारे प्रकाशासंबंधाचे चमत्कार आपणांस तितके गूढ वाटत नाहींत. कारण उष्णमान कमी केलें असतां पुष्कळ द्रव्यांच्या रंगांत फेरबदल होतो. उदाहरणार्थ, तांबड्या वस्तु पिंवळ्या, व पिंवळ्या वस्तु पांढऱ्या दिसतात. ह्या गोष्टीचें स्पष्टीकरण अंशतः तरी आपणांस करतां येतें. पदार्थाचा रंग सामान्यतः तो पदार्थ सूर्यकिरणाच्या विच्छिन्न पटांतील ज्या इंधक लहरी ग्रहण करतो त्यावर अवलंबून असतो. व पदार्थाचें उष्णमान–१८० अंशांइतकें उतरून त्याचे अणू एकमेकांशीं जास्त संलग्न झाले असतां पूर्वी एकमेकांपासून दूर असतांना इंधक लहरी ग्रहण करण्याचें कार्य ते ज्या तऱ्हेनें करीत त्या क्रियेंत फरक होणें असंभाव्य नाहीं.

अशा प्रकारचें स्पष्टीकरण चुकीचें असण्याचाहि संभव आहे. अणूंच्या दाटीचा इंधकलहरींशीं कोणत्याच प्रकारचा संबंध नसेल. कदाचित् एतद्विषयक खरें कारण कंपयुक्त अणूपासून उत्पन्न होणाऱ्या इंधकलहरींत फरक होतो हें असू शकेल. उष्णतेच्या व प्रकाशाच्या लहरी ह्या केवळ कंपविस्ताराच्या बाबतींतच एकमेकींपासून भिन्न असतात या गोष्टीमुळें सदरहू मतास पुष्टीच मिळते. हें कांहींहि असलें तरी एवढें मात्र खरें कीं थंड झालेल्या द्रव्याचा रंग उष्णस्थितींतील द्रव्याच्या रंगापेक्षां भिन्न कां असावा ह्याचें कारण सध्यां तरी अनिश्चितच गणलें जातें.

प्रकाशासंबंधीं दुसरी एक मौजेची गोष्ट दिसून आली आहे. ती ही कीं, नीच उष्णमान झालें असतां पुष्कळ द्रव्यांमध्यें स्फुराप्रमाणें चमकण्याचा धर्म उत्पन्न होतो. डेवार यानें असें सप्रयोग सिद्ध केलें आहे कीं चर्मसत्त्व (जिलेटिन) सेल्युलॉइड, पाराफिन, शिंग, हस्तिदंत, इंडिया रबर इत्यादिक पदार्थांचें उष्णमान शून्यांशाखालीं १८० अंशावर नेऊन व हे पदार्थ विद्युत्प्रकाशानें उत्तेजित केले असतां निळ्या किंवा हिरव्या प्रकाशानें युक्त होऊन चमकूं लागतात." अल्कहल (मद्यार्क), नत्राम्ल, स्निग्धशर्करा (ग्लिसरिन), कागद, कातडें, तागाचें कापड, कांसवाची पाठ, स्पंज इत्यादि पदार्थांसंबंधानें देखील वरील प्रकार दिसून येतो. शुद्ध पाणी थोडें चकाकित दिसतें, परंतु अशुद्ध पाणी मात्र पुष्कळच चकाकतें.

ह्याच्या उलट अल्कहलमध्यें जर थोडें अद (आयोडिन) टाकलें तर अल्कहलची चकाकी नाहींशी होते. सामान्यतः रंगीत वस्तू फारच कमी चकाकतात. उदाहरणार्थ, अंड्यांतील पांढरा बलक फारच चकाकतो व पिंवळा बलक मात्र त्या मानानें कमी तेजस्वी दिसतो. पाण्यापेक्षां दूध फारच चकाकतें व शुभ्र फूल, पंख किंवा अंड्याची कवची ह्या वस्तू अत्यंत तेजस्वी दिसतात. डेवार पुढें म्हणतो "ह्या संबंधांत अतिशय महत्वाच्या वस्तू म्हटल्या म्हणजे निरिंद्रिय संयुक्त द्रव्यामध्यें प्लातिन–कर्बनत्रिद (प्लॅटिनो सायनाइड्स), आणि सेंद्रियामध्यें केटोनिक संयुक्तद्रव्यें ह्या होत. थंड केलेलें अम्नप्लातिन–कर्बनत्रिद (अमोनिअम प्लॅटिनोसायनाइड) ह्यास विद्युत्प्रकाशानें उत्तेजित केलें असतां –१८० अंशावर तें पूर्णपणें चकाकूं लागतें; परंतु त्याचें उष्णमान थोडें वाढविलें तर त्याची चकाकी दिव्याप्रमाणें होते. डेवार पुढें असें म्हणतो, "ह्यावरून हें स्पष्ट दिसतें कीं एवढ्या नीच उष्णमानांत प्रत्येक द्रव्याची शोषण शक्ति वाढत असली पाहिजे व त्याच वेळीं त्याच्या अणूंचें घर्षण कमी होत असावें."

अशा प्रकारच्या सावधगिरीच्या शब्दयोजनेच्या अंशमात्र स्पष्टीकरणावरून आपण ह्या बाबतींत अद्याप किती अज्ञानांत आहों हें लक्षांत येईल.

उष्णमान अतिशय वाढविलें असतां अणूंमध्यें ज्या प्रकारचे कम्प व्हावे अशी आपली अपेक्षा असते त्यांहून निराळ्याच प्रकारचे प्रकाशाच्या लघुलहरी उत्पन्न करणारे कम्प त्यांत होतात हें एक पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील कायमचेंच कोडें आहे. आणि नीचोष्णमानांत अशा प्रकारचे कम्प उत्पन्न करण्याची अणूची शक्ति वाढतच जाते असें प्रयोगांतीं दिसून आल्यामुळें हें कोडें उलट अधिकच गूढ झालें आहे.

नीचोष्णमानासंबंधीं ज्या निदान दोन गोष्टी तरी अशा आहेत कीं त्या उपर्युक्त गोष्टींहून कमी गूढ भासतात, त्या गोष्टी म्हणजे एखादें द्रव्य थंड केलें असतां त्याच्या अणूंमधील संसक्त्याकर्षण आणि घटनेंतील दृढता वाढते, आणि रासायनिक संयोगशक्ति जवळ जवळ नाहींशी होते. ह्या गोष्टी आपल्या पूर्वापेक्षेला धरूनच आहेत. जसजसें एखादें द्रव्य वायुरूपांतून द्रवरूपांत येतें व त्यांतून त्याचें घनद्रव्यांत रूपांतर होतें तसतसा उष्णताजन्य कम्प कमी कमी तीव्र होत गेल्यानें द्रव्याचा आकार लहान लहान होतो. अर्थात् जसजसे घन पदार्थाचे अणू अधिकाधिक संनिध येतील तसतसा त्याचा चिवटपणा वाढला पाहिजे व त्याची क्रियाशक्ति कमी झाली पाहिजे अशीच कोणीहि अपेक्षा करील. प्रयोगानेंहि ह्याच गोष्टी सिद्ध झाल्या आहेत. प्रो. डेवार यानें सप्रयोग असें सिद्ध केलें आहे कीं साध्या लोखंडी तारेचा तुटण्याचा ताण एरवीं जितका असतो त्याच्या दुपटीहून जास्त तीच तार द्रवरूप हवेइतकी थंड केली असतां, होतो, आणि दुसऱ्या सर्व धातूहि कमी अधिक प्रमाणांत जास्त मजबूत होतात. त्याला असेंहि आढळून आलें कीं एखाद्या वितळणाऱ्या धातूची नागमोडी कमान, जी नेहमींच्या उष्णमानांत एक औंस वजनानें तावडतोब सरळ होत असे

तिला-१८२ अंश इतकें थंड करतांच ती दोन पौंड वजन तोलून धरूं लागली, आणि थंड असेपर्यंत तिचें एखाद्या पोलादी तारेप्रमाणें कंपन होत राहिलें.

एखाद्या धातूचा संकोच झाला असतां तिच्या अंगीं अधिक मजबुती व कणखरपणा येणें हें जसें अणुविषयक नियमानुसार क्रमप्राप्त आहे तसेंच नीचोष्णमानांत एखाद्या पदार्थाची रासायनिक कार्यशक्ति कमी होणें हें देखील आहे. कारण उष्णता लावली असतां तिच्या योगें रासायनिक क्रियेस कशी मदत होते हें आपणांस ठाऊक आहेच. वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, ध्लव (फ्ल्युओरिन) हा अपवाद सोडून दिला तर द्रवरूप उज्जाच्या उष्णमानांत रासायनिक कार्यशक्ति पूर्णपणें नाहींशी झालेली आढळून येते. याचें स्पष्टीकरण असें आहे कीं प्रत्येक परमाणूच्या अंगीं- मग तो कोणत्याहि प्रकारचा कां असेना-ठराविक परमाणूंशींच संयोग पावण्याची शक्ति असते. एखाद्या परमाणूच्या आकर्षणशक्ती शमन झाल्या म्हणजे त्याच्याशीं संयुक्त असलेले कांहीं परमाणू दूर झाल्याशिवाय दुसरे परमाणू त्याच्याशीं संयोग पावूं शकणार नाहींत. मामूल उष्णमानांत असली विश्लेषण क्रिया सतत चाललेली असते. कंप पावणारे परमाणू परस्परांपासून विभक्त होत असतात, व त्यांच्या दूरीभवनामुळें रिकामी झालेली जागा दुसऱ्या परमाणूंनीं भरून काढणें शक्य होतें. परमाणूंची ही अदलाबदलच रासायनिक कार्यशक्तीच्या मुळाशीं असते. परंतु उष्णमान बरेंच कमी केलें कीं परमाणूंतील उष्णतामूलक कम्प एकमेकांनां दूर सारण्यास असमर्थ होतात, व त्यामुळें नीचोष्णमान कायम राहीपर्यंत परमाणूंचे परस्परांशीं झालेले संयोग पूर्वस्थितींतच कायम राहतात. मामूल उष्णमानांत ज्यांची तावडतोब परस्परांवर रासायनिक क्रिया होते असे पदार्थ द्रवरूप हवेच्या उष्णमानांत कांहींहि क्रिया न होतां एकमेकांशेजारीं पडले राहतात याचें कारण हेंच होय.

विशिष्ट परिस्थितींत, द्रवरूप प्राणासंबंधीं कांहीं फार मनोरंजक प्रयोग करून दाखविण्यांत आले आहेत. ओल्झेस्की यास प्रयोगाअंतीं असें आढळून आलें कीं एखादा लांकडाचा पेटलेला तुकडा जर द्रवरूप प्राणामध्यें बुडविला तर तो वायुरूप प्राणांत असल्याप्रमाणेंच उत्तम प्रकारें जळतो व एखादी लाल भडक तापविलेली लोखंडी तार ह्या द्रवरूप प्राणामध्यें बुडविली तर तीहि जळूं लागून सभोंवतीं लोखंडाच्या ठिणग्या पडूं लागतात. ह्यापेक्षां डेवारनें केलेला पुढील प्रयोग फारच मनोरंजक आहे. त्यानें द्रवरूप प्राणानें भरलेल्या एका भांड्यांत नळीच्या तोंडाशीं जळत असलेल्या उज्जवायूची ज्योत खुपसली; तेव्हां ती उज्जाची ज्योत द्रवरूप प्राणांत पूर्वीप्रमाणेंच जळत राहिली व उज्ज व प्राण यांच्या संयोगानें बनलेलें पाणी बर्फ होऊन वर जाऊं लागलें. द्रवरूप पदार्थांत ज्योत जळत राहून तिच्यापासून बर्फाचा धूर निघावा ही नीचोष्णमानविषयक प्रयोगामुळें शास्त्रज्ञांस परिचित झालेली एक अत्यंत आश्चर्यकारक गोष्ट होय.

व्यावहारिक परिणाम आणि अपेक्षित फायदे.— वर दिल्याप्रमाणें ह्या संशोधनाचे शास्त्रीय परिणाम आहेतच, परंतु त्याशिवाय व्यावहारिक दृष्ट्या बरेच उपयोग दिसून येणारे आहेत. ह्यांपैकीं अगदीं पहिला उपयोग करून घेतां येण्यासारखा आहे व तो डेव्हीनें पूर्वीपासून आपल्या शोधकबुद्धीनें कल्पना करून ठेविला आहे. तो म्हणजे अन्न न नासतां सुरक्षित रहावें म्हणून द्रवरूप वायूचा उपयोग करणें हा होय. द्रवरूप आणण्यास जास्त कठिण असणारे वायू द्रवरूपांत आणले जाण्याच्या बरेच दिवस अगोदर अन्न (अमोनिआ), गंधकसाम्ल (सल्फ्यूरस ॲसिड) ह्यांचा पदार्थ न नासावेत म्हणून व्यापारी दृष्ट्या उपयोग करण्यांत येत असे. सध्यां प्रत्येक मद्य गाळण्याच्या कारखान्यांत व प्रत्येक मोठ्या शीतसंरक्षित कोठारांत अशा प्रकारची शैत्योत्पादक सामुग्री ठेवलेली असते. त्यायोगें तेथील उष्णमान नियंत्रित केलें जातें. पुष्कळ मोठे दिवाणखाने उन्हाळ्यांत ह्या योगानें थंड केले जाऊन राहण्यास सुखकारक होतात. जहाजावरील नासण्यासारखा माल शैत्योत्पादक सामुग्रीनें अशाच प्रकारें सुरक्षित ठेवला जातो. बहुतेक सर्व मोठ्या शहरांत बर्फाच्या कारखान्यामध्यें हेंच तत्त्व उपयोगांत आणलें जातें व अलीकडे तर यूरोपांतील प्रत्येक खाणावळींत, उपहारगृहांत, व कित्येक घरांत देखील या तत्त्वाचा उपयोग करून बर्फ करण्याचीं यंत्रें शिरलीं आहेत. लवकरच यूरोपांत अशा प्रकारच्या सर्व इमारतींमध्यें ज्याप्रमाणें उष्णतोत्पादक साधनें आढळतात त्याच प्रमाणें शैत्योत्पादक सामुग्रीहि ठेवण्यांत येईल असा संभव आहे. ह्या शैत्योत्पादक यंत्रांचे प्रकार पुष्कळ असून त्यांची रचनाहि निरनिराळ्या प्रकारची असते. तथापि हें सर्व कार्य डेव्ही व फॅरेडे यांच्या संशोधनाचेंच दृश्य स्वरूप आहे.

ह्या शैत्योत्पादक यंत्रांचा दुसरा व्यापारी उपयोग म्हटला म्हणजे निरनिराळीं औषधें तयार करण्याच्या कामीं होय. हीं औषधें तयार करतांना अतिशय शुद्धतेची जरूरी असते, व नीचोष्णमानाच्या प्रयोगांनीं कोणत्याहि द्रव्याला घनरूपांत आणून त्यांतील अशुद्धता काढून टाकतां येते.

उपर्युक्त शैत्योत्पादक यंत्राचे उपयोग व्यापारी दृष्ट्या अतिशय महत्त्वाचे आहेत यांत संशय नाहीं. तथापि द्रवीभूत वायूंचे याहूनहि महत्त्वाचे दुसरे अनेक उपयोग आहेत. उदाहरणार्थ, द्रवीभवनाच्या किमान उष्णमानावर ज्याचें उष्णमान आहे असा हवेचा कांहीं भाग घेऊन त्याच्यावर थिलेरिअरच्या प्रयोगांतल्याप्रमाणें एका चौरस इंचास एकतीस टन इतका दाब पडला आहे अशी कल्पना करा व क्रिया व प्रतिक्रिया या नेहमीं सारख्याच असतात हें लक्षांत आणा. तेव्हां तो वायू वरच्या दाबास तितक्याच शक्तीनें वर लोटण्याचा उलट प्रयत्न करीत असला पाहिजे

हें उघड आहे. समजा कीं त्या उष्णमानांत हा वायु सहा घन इंच जागा व्यापतो. तेव्हां अशा स्थितींत या वायूमुळें उत्पन्न झालेला एकंदर बाह्य दाब ५००० टनापेक्षां थोडासाच कमी भरेल. याचा अर्थ असा कीं हा वामनरूपी वायु एक मोठी इमारत सहज तोलून धरूं शकेल. इमारतीचें वजन ५००० टनांपेक्षां कांहीं कमी असलें तर ती वायूच्या योगानें वर उचलली जाईल व हें वजन फारच कमी असलें तर वायूच्या प्रसरणशक्तीनें ती इमारत आकाशांत उंच उडून जाईल.

परंतु समजा हाच वायू जर एखाद्या शैत्योत्पादक द्रव्यामध्यें ठेवून त्यांतील उष्णता हलके हलके काढून घेण्यांत येऊं लागली, तर वायूचें उष्णमान द्रवीभवनाच्या किमान उष्णमानाच्या खालीं उतरतांच एका क्षणांत त्याची प्रसरणशीलताजन्य सर्व धडपड विराम पावून तो द्रवरूप धारण करील, व इमारत उडविणारा तो आडदांड वायू पात्रांत एखाद्या शेळीप्रमाणें शांतपणें स्थिर राहिलेला दृष्टीस पडेल.

खरोखर पेलाभर पाणी काय किंवा तितकाच द्रवरूप वायु काय ह्यामध्यें किती तरी अंतर्भूत शक्ति असते! दोन्हीमध्यें फरक इतकाच कीं पाण्याची बीजरूप (पोटेन्शल) शक्ति त्याचें उष्णमान चढविल्याशिवाय उपयोगांत आणतां येत नाहीं व ती उपयोगांत आणण्यासाठीं वरचेवर सर्पण जाळून पाण्यास गरम केलें पाहिजे. परंतु पाण्याऐवजीं इंजिनाच्या मोठ्या पंचपात्रांत जर तितकाच द्रवरूप वायु घातला, तर कांहीं एक सर्पण न जाळावें लागतां, सबंध इंजिन ध्रुव प्रदेशांत बर्फांत गाडून ठेवलें तरी थोड्याच क्षणांत आंतलि द्रवरूप वायु बर्फांतूनहि उष्णता ग्रहण करून वायुरूप धारण करील, व इंजिनचा दट्ट्या एकदम मागें लोटला जाऊन त्या वायूच्या बाहेर पडण्याच्या धडपडींत सबंध पंचपात्र धाडदिशीं फुटून त्याचे राई राई एवढे तुकडे होतील.

सारांश, हवेपासून लागेल तेवढी उष्णता पैदा करून द्रवरूप हवेंतील बीजरूप शक्तीचें सर्पणाच्या खर्चाशिवाय कार्यकारी शक्तींत रूपांतर होऊं शकतें.

परंतु या बाबतींतील मुख्य अडचण, द्रवाचें बाष्पीभवन करण्याकरितां सर्पण कोठून शोधून आणावें, ही नसून, सर्पणास त्या द्रवाचा शोध लागणार नाहीं अशी काय व्यवस्था करावी, ही आहे. द्रवरूप हवा मुबलक उपलब्ध असती तर सर्पणाची काळजी सर्वस्वी दूर झाली असती. परंतु ती तशी मिळणें शक्य नसल्यामुळें कित्येक उत्साही शास्त्रज्ञ पुढें मागें द्रवरूप वायूकडून सर्व प्रकारचीं शक्तीचीं कामें करून घेण्याबद्दल जें मनोराज्य करितात, तें सफल होण्याची आशा दिसत नाहीं. शिवाय, हवेस द्रव स्थितींत आणण्याकरितां बरीच शक्ति खर्च करावी लागते, व या खर्चं झालेल्या शक्तीहून कांहीं तरी अधिक शक्ति तिच्यापासून मिळवितां आल्याशिवाय आर्थिक दृष्ट्या हा सर्व खटाटोप निरर्थकच ठरणार. शक्तीसंबंधीं साधे नियम जरी लक्षांत आणले तरी ही गोष्ट साध्य होणें कधींहि शक्य नाहीं असें दिसून येईल. कारण, क्रिया व प्रतिक्रिया या नेहमीं समबल असल्यामुळें सर्व प्रकारें अनुकूल परिस्थितींत एखाद्या वायूचें द्रवीभवन करण्याकरितां जितकी शक्ति खर्च करावी लागेल, तेवढीच (प्रत्यक्ष व्यवहारांत तर त्याहूनहि कमीच) शक्ति तो वायु आपला पूर्वींचा आकार धारण करतांना परत देईल. तेव्हां जे उत्साही लोक उपर्युक्त हेतूनें प्रेरित होऊन थोडक्या खर्चांत वायुस द्रवस्थितींत आणणारें यंत्र बनविण्याची खटपट करतात, ते मृगजळाच्याच पाठीस लागले आहेत असें म्हटलें पाहिजे.

तथापि, याचा अर्थ असा नाहीं कीं, द्रवरूप हवेंतील शक्तीचा आपणांस फायदेशीर होऊं शकेल असा कोणताच उपयोग होऊं शकत नाहीं. शक्त्यंतर करण्याचें सर्वांत स्वस्त साधनच नेहमीं अत्युत्तम ठरतें असें नाहीं. म्हणून, अल्पाकार, हलकेपणा, इत्यादि धर्मांमुळें शक्तीचीं कार्यें करण्याकरितां द्रवरूप हवेचा अनेक प्रकारें उपयोग होणें शक्य आहे. उदाहरणार्थ, आकाशयानें चालविण्यास लागणारी शक्ति उत्पन्न करण्याकरितां द्रवरूप हवेचाच उपयोग करणें अधिक फायदेशीर होईल. कारण, असलीं यानें तयार करतांना तीं जास्तींत जास्ती हलकीं कशीं होतील हाच महत्त्वाचा प्रश्न असतो. हीच गोष्ट थोड्या कमी प्रमाणांत जहाजास— विशेषतः लढाऊ जहाजास देखील—लागू असल्यामुळें पुढें मागें वजनदार कोळशाच्या जागीं द्रवरूप हवेचा उपयोग केला जाणें अशक्य नाहीं. या द्रवाच्या अंगीं असलेल्या स्फोट पावण्याच्या शक्तीमुळें तोफांसारख्या संहारक अस्त्रांत त्याचा दारूच्या ऐवजींहि उपयोग करतां येईल. थोड्याबहुत प्रमाणांत द्रवरूप हवेचा अशा प्रकारें उपयोग होऊं लागलाहि आहे. व अशा प्रकारच्या हवेचा उपयोग वाफेपेक्षां किंवा विद्युच्छक्तीपेक्षां अधिक फायदेशीर असतो असें आढळून आलें आहे. महत्तम दाबाखालीं ठेवलेली हवा धारण करण्यास अतिशय मजबूत पात्र लागत असल्यामुळें, दाबयुक्त हवेपेक्षां द्रवीभूत हवेचा उपयोग जास्त सोइस्कर होईल हें उघड आहे; तथापि, द्रवीभूत हवेला त्याच रूपांत कायम ठेवणें अत्यंत कठिण असतें ही गोष्ट देखील तितकीच उघड आहे.

नीचोष्णमानावरील प्रयोगांमुळें उपस्थित झालेला महत्त्वाचा प्रश्न म्हणजे शीत किंवा उष्ण पदार्थांना बाह्य परिस्थितीपासून अलिप्त कसें ठेवतां येईल—म्हणजे त्यांचें पृथक्स्थापन (इन्सुलेशन) कसें करतां येईल—हा होय. या प्रश्नावर रॉयल इन्स्टिट्यूशनचा संस्थापक रम्फर्ड यानें सर्व आयुष्यभर बरेंच परिश्रम केले. त्यानें निरनिराळ्या पदार्थांच्या अंगीं उष्णतापरावर्तनाचा, उष्णतावहनाचा इत्यादि उष्णताविषयक जे कमीजास्त प्रमाणांत धर्म असतात, त्यांचा फार

काळजीपूर्वक अभ्यास केला होता, व आपल्या शोधांचा त्यानें व्यवहारांत उपयोग करून चुलीचा पृष्ठभाग गुळगुळीत करणें अधिक फायदेशीर आहे कीं खरवरीत ठेवणें अधिक फायदेशीर आहे; उन्हाळ्यांत कोणत्या रंगाचे कपडे वापरावे व हिवाळ्यांत कोणत्या रंगाचे कपडे वापरावे इत्यादि गोष्टी ठरविल्या. एतद्विषयक आपल्या कल्पनांचा त्यानें सर्व यूरोपभर प्रसार करून सर्पणाचा उपयोग करण्यांत किती उधळपट्टी होत असते, हें लोकांच्या निदर्शनास आणिलें.

नीचोष्णमानावरील प्रयोगांनीं उष्णतेच्या पृथक्स्थापनाच्या विचारांस चालन मिळून त्यामुळें लागलेल्या शोधांचा व्यवहारांत उपयोग केला जाऊं लागला.हा एक त्या प्रयोगांवरील परिश्रमापासून झालेला मोठाच फायदा आहे जर प्रो० डेवार याचें निर्वातपात्र, एखाद्या भांड्याची किरणविसर्जनशक्ति शेंकडा ९७ हिश्शांनीं कमी करूं शकतें, तर त्याच तत्त्वाचा निराळ्या रूपांत उपयोग करून रोजच्या व्यवहारांतील गोष्टींत—उ० बर्फाच्या पेटचा, स्वयंपाकाचीं भांडीं, तवे, चुली इत्यादि बाबतींत—फायदा कां घेतां येऊं नये? फार तर काय, उष्णतेच्या पृथक्स्थापनेच्या तत्त्वाचा घरांच्या भिंती बांधण्याच्या कामीं देखील उपयोग करतां येण्यासारखा आहे, व शास्त्रीय शोधांचा व्यवहारांतील गोष्टींत अधिकाधिक फायदा घेण्याकडे लोकांचा कल होऊं लागला म्हणजे तसा तो पुढें मागें होऊंहि लागेल.

तथापि शास्त्रैकदृष्टि पंडितांस अशा गोष्टींकडे लक्ष घालणें सामान्यतः आवडत नाहीं. त्यांच्या दृष्टीनें महत्त्वाचा प्रश्न निराळाच आहे; उपलब्ध असलेल्या सर्व वायूंचें द्रवीकरण झालें तरी नीचोष्णमानाचे प्रयोग करीत असलेल्या पंडितांचें संशोधनकार्य येथें संपत नाहीं. जसजसें एकएका वायूचें द्रवीकरण होत जाईल तसतशीं अधिकाधिक शैत्य उत्पन्न करण्याचीं साधनें हातीं येऊं लागतील, परंतु या शास्त्रज्ञांची दृष्टि त्याच्याहि पलीकडे असलेल्या मूलशून्यांशावर—म्हणजे —२७२ सेंटिग्रेड अंशावर—आहे. उज्जवायूचें द्रवीकरण साध्य झालें तेव्हां—२५२ किंवा—२५३ अंशांइतकी शीतता उत्पन्न करतां येऊं लागली होती; व पुढें इ० स० १९०८ मध्यें सौर (हीलिअम) या मूलद्रव्याचें कमरलिंघ ओन्स यानें द्रवीकरण करून [एडवर्ड थॉर्पकृत ‘ रसायनशास्त्राचा इतिहास ’ विभाग २ रा पृ० ३९ पहा.] —२६८.५ अंशाइतकी शीतता उत्पन्न केली. म्हणजे, मूलशून्यांशापावेतों पोंचण्यास आतां फक्त ३.५ अंशच खालीं जाणें बाकी राहिलें आहे. ही खिंड फारच लहान दिसते, परंतु नॅन्सेन हा भौगोलिक ध्रुवाच्या अत्यंत सान्निध गेला असतांहि खास ध्रुवावर पाय ठेवण्यास पुढें जितका प्रयास पडला त्याहून कित्येक पटींनीं अधिक प्रयास ही लहानशी खिंड ओलांडण्यास पडणार आहे.

ही खिंड एकदांची ओलांडली गेली, तर कोणकोणते चमत्कार आपल्या दृष्टीस पडतील ? शास्त्रज्ञ लोकांच्या दृष्टीनें हा मुद्दा भौगोलिक ध्रुवाच्या शोधाहूनहि अधिक महत्त्वाचा आहे. मूलशून्यांशावर पृथ्वीवरील एकूण एक द्रव्यें जिला आपण घनस्थिति म्हणतों तशा प्रकारचें कांहीं तरी स्वरूप धारण करतील यांत शंका नाहीं; आणि घनता, चिवटपणा इत्यादि धर्महि त्यांत महत्तम स्वरूपांत दृग्गोचर होतील हेंहि तितकेंच निश्चित आहे. या शीततेंत पदार्थांची रासायनिक कार्यशक्ति समूळ नाहींशी होऊन तेवढी शीतता कायम राहीपर्यंत संयुक्त पदार्थांची रासायनिक घटना अबाधित रहावी, अशा शास्त्रज्ञांचा समज आहे. कित्येक पदार्थांच्या बाबतींत त्यांचे रंगादि कांहीं धर्मेंहि उपलब्ध साधनांच्या साहाय्यानें ओळखणें अशक्य होण्याचा संभव आहे असें म्हणतात.

कांहीं शास्त्रज्ञांनीं असें अनुमान केलें होतें कीं, मूलशून्यांशावर उष्णतामूलक कंपावरोबरच संसक्त्याकर्षणाचाहि लोप होऊन सर्व पदार्थ हाताला न समजण्याइतक्या बारीक भुकटीचें रूप धारण करतील. परंतु प्रयोगाअंतीं हा समज चुकीचा ठरलेला दिसतो. कारण, जसजसें उष्णमान कमी करावें तसतसें संसक्त्याकर्षण कमी होण्याऐवजीं वाढतच जातें असें आढळून आलें आहे. आकाशांतील ज्या भागांतून पृथ्वीवर उल्का पडतात, त्या भागाचें उष्णमान मूलशून्यांशाइतकेंच कांहीं तरी असलें पाहिजे, अशी शास्त्रज्ञांची समजूत आहे. या उल्कांची घनता पाहिली म्हणजे मूलशून्यांशावर संसक्त्याकर्षण नष्ट होत असावें हें अनुमान पूर्णपणें चुकीचें असलें पाहिजे अशी खात्री होते. मूलशून्यांशावर सर्व द्रव्यें अदृश्य होत असलीं पाहिजेत अशी जी एक कविकल्पना एके काळीं पुढें मांडण्यांत येत होती, तिला तर याहूनहि कमी आधार आहे. या कल्पनेस मुख्य आधार म्हटला म्हणजे, मामूल उष्णमानांत, दाब कमीजास्त होऊं दिला नाहीं तर, प्रत्येक वायु आपल्या आकाराच्या दोनशें बहात्तरांश संकोच पावतो, असें प्रयोगांअंतीं आढळून आलें आहे हा होय. हा नियम जर सर्व उष्णमानांत सारखाच लागू असतो असें मानिलें, तर —२७२ अंशावर प्रत्येक वायु अदृश्यच झाला पाहिजे. निदान तो सध्यां उपलब्ध असलेल्या साधनांनीं इंद्रियगोचर न होण्याइतका तरी संकोच पावला पाहिजे. परंतु नीचोष्णमानासंबंधीं प्रयोग करणाऱ्या शास्त्रज्ञांस लवकरच असें आढळून आलें कीं, शीतता वरीचशी उत्पन्न झाली म्हणजे वायूचें संकोचन या नियमानुसार होत नाहीं. व वायु द्रवीभूत किंवा घनीभूत झाल्यावर तर हा नियम मुळींच पाळला जात नाहीं. अर्थात् मूलशून्यांशावर सर्व द्रव्यें अदृश्य होत असलीं पाहिजेत हा तर्क अगदीं चुकीचा आहे.

आणखी अशी एक गोष्ट सुचविण्यांत येते कीं, मू[illegible]शावर पदार्थांच्या अंगीं आपणांस अद्यापपर्यंत अज्ञा[illegible] कांहीं तरी नवीन धर्म येतील; व वायुरूप व द्र[illegible]

द्रवरूप व घनरूप हीं एकमेकांपासून जितकीं भिन्न आहेत, तितकें घनरूपाहून भिन्न असलेलें एखादें रूप पदार्थ धारण करील. एखादा पदार्थ वायुरूपांत, द्रवरूपांत किंवा घनरूपांत दृग्गोचर होणें हें सर्वस्वीं त्यांतील अणूंच्या कंपनाच्या तऱ्हेवर अवलंबून असल्यामुळें परमाणुकंपन पूर्णपणें विराम पावलें असतां पदार्थ कोणत्या रूपांत दिसूं लागेल यासंबंधीं भविष्य करणें वरेंच धाडसाचें होईल. मूलशून्यांशावर पदार्थांच्या अंगीं कांहीं तरी नवीनच धर्म येत असले पाहिजेत ही गोष्ट, नीचोष्णमानांत पदार्थांच्या अंगीं चुंबकत्वाचा किंवा स्फुराप्रमाणें चकाकण्याचा धर्म अधिकाधिक प्रमाणांत व्यक्त होऊं लागतो या अनुभवावरून जवळजवळ सिद्ध झाल्यासारखीच आहे. याहूनहि कांहीं अधिक चमत्कारिक धर्म मूलशून्यांशावर पदार्थामध्यें द्युतोत्पत्तीस येतील काय, व तसें होणें संभवनीय असलें तर त्यांचें स्वरूप काय असेल, हा प्रश्न अद्याप शास्त्रज्ञांनां सोडवावयाचा आहे.

मूलद्रव्यांचा शोध.—१८५० च्या सुमारास मूलद्रव्यांची संख्या बासष्ट होती. हल्लीं ती ब्यायशीं वर गेली आहे. मूलद्रव्यांचे धातु व अधातु असे दोन वर्ग करतात. १८५० च्या सुमारास अधातू मूलद्रव्यें फक्त तेरा माहीत होतीं, व आज अशा मूलद्रव्यांची संख्या एकोणिसाहून अधिक आहे. आणि धातुवर्गांतील मूलद्रव्यें तेव्हां सत्तेचाळीस होतीं तीं त्रेसष्टाहून अधिक आहेत. ही मूलद्रव्यांची संख्या इतकी भराभर वाढली याचें श्रेय ग्रॅहॅमच्या लक्षांत आलेल्या समाकृतिकत्वास (आयसॉमॉर्फिझमला) व त्यावरून पुढें न्यूलँड्स व मेंडेलीफ यांनीं ठरविलेल्या मूल्यकत्व (व्हॅलन्सी) आणि नियतांतरता (पीरिऑडिसिटी) यांसंबंधाच्या नियमांनां आहे. विशेषतः मेंडेलीफनें रासायनिक मूलद्रव्यांचे समुच्चय ठरविण्याची जी पद्धति बसविली तिच्यामुळें पुढील संशोधकांनां एकएका समुच्चयांतील मधले दुवे शोधून काढण्याचें काम फार सोपें गेलें. मेंडेलीफनें तुल्यधर्मीय मूलद्रव्यसमुच्चयाचें उदाहरण म्हणून हरादि (हॅलोजेन) नामक समुच्चयांतील मूलद्रव्यांची रासायनिक संबंध सूचित करणारी घटना पुढें दिल्याप्रमाणें मांडून दाखविली होती.

प्लव(फ्लुओरिन)	हर(क्लोरिन)	स्तंभ(ब्रोमिन)	अद(आयोडिन)
१९	३५.५	८०	१२७
अ	अ+फ	अ+२फ+फा	२अ+२फ+२फा

येथें अ = १९; फ = १६.५; फा = २८.

दुसरें नत्र समुच्चयाचें उदाहरण येणेंप्रमाणें आहेः

नत्र (नायट्रोजन)	स्फुर (फास्फरस)	ताल(असेंनिक)
१४	३१	७५
अ	अ+फ	अ+फ+फा

अञ्ज (ॲंटिमनी)	विस्मत (विस्मथ)
११९	२०७
अ+फ+२फा	अ+फ+४फा

येथें अ. = १४, फ = १७, फा = ४४.

वर दिलेल्या दोन उदाहरणांतील प्रत्येक समुच्चयाच्या सर्व घटकांत कित्येक बाबतींत साम्य असून परमाणुभारांक वाढत जातो तसतसें त्यांच्यामधील भौतिक धर्मांचें यथाक्रम स्थित्यंतर झालेलें आढळून येतें. या व अशाच प्रकारच्या दुसऱ्या कांहीं तुल्यधर्मीय मूलद्रव्यांच्या परमाणुभारांकांतील संबंधावरून असें अनुमान काढण्यांत आलें कीं, ज्याप्रमाणें सेंद्रिय रसायनशास्त्रांत एका तुल्यधर्मीय सेंद्रिय मूलकसघांतील एका पुढील एक संयुक्त पदार्थ कउ२ या मूलकाची भर पडून तयार होतात त्याचप्रमाणें मूलद्रव्यांच्या निरनिराळ्या समुच्चयांतील द्रव्यें त्या सर्वांत सामान्य असलेल्या एखाद्या द्रव्याची कांहीं प्रमाणांत वाढ होत गेल्यानें बनत असावीं. मूलद्रव्यांच्या पृथक्करणाच्या अर्वाचीन उपपत्तीमध्यें आपणांला हेंच तत्त्व निराळ्या स्वरूपांत दिसून येतें. ड्यूमास यानें विशिष्ट समुच्चयांतील मूलद्रव्यें विशिष्ट सामान्य द्रव्याच्या प्रमाणशीर वाढीमुळें उत्पन्न होतात अशी कल्पना बसविली, तर रुदरफर्ड व सॉडी यानीं जनक द्रव्यांतील कांहीं द्रव्य कांहीं प्रमाणांत कमी होत गेल्यामुळें एका समुच्चयांतील निरनिराळीं द्रव्यें बनतात अशी कल्पना काढली.

उपर्युक्त साधनांनीं १८५० नंतर आर्गन, श्याम (केसिअम), डिस्प्रोशिअम, गादोलिन (गॅडोलिनिअम), गाल्ल (गॅलिअम), शार्मण्य (जर्मेनिअम), सौर (हीलिअम), इंद (इंडिअम), क्रिप्त (क्रिप्टॉन), न्योदिम (निओडिमिअम), न्युन (निऑन), प्रास्युदिन (प्रासेओडिअम) रद [रेडिअम], रूपद (रुबिडिअम), सामर (सामारिअम], स्कन्द [स्कॅंडिअम], थुल [थुलिअम], थाल्ल [थॅलिअम], यितर्व [यटर्बिअम], जिर्कन [झिर्कोनिअम], झेन [झिनॉन] व यूरोपिअम या बावीस मूलद्रव्यांचा शोध लागला,

या नव्या मूलद्रव्यांचे शोध इतक्या भराभर लागण्याच्या कामीं अलीकडे सुधारलेली रासायनिक पृथक्करणपद्धति उपयोगीं पडली हें खरें असलें तरी या शोधासंबंधाचें मुख्य श्रेय मेंडेलीफच्या मूलद्रव्यांतील संबंधाविषयींच्या उपपत्तीस आहे.

यांपैकीं आर्गन, न्युन, झेन, क्रिप्त या वायूंबद्दल व रद, पोलोनिअम, थोरिअम, वगैरे किरणविसर्जक धातूंबद्दल माहिती पुढील प्रकरणांत येईल. डिस्प्रोशियम, यूरोपिअम, गादोलिन, ल्युटेसिअम, न्योदिम, प्रास्युदिन, सामर, थुल व यितर्व हीं द्रव्यें अनेक प्रकारच्या खनिज पदार्थांत, परंतु फारच अल्प प्रमाणांत आढळतात. यांपैकीं कांहीं द्रव्यांचा धुराच्या बत्त्यांतील जाळ्या करणें, इत्यादि व्यावहारिक उपयोग होत असल्यामुळें त्यांच्याकडे रसायनशास्त्रज्ञांचें लक्ष वेधलेलें आहे, व हीं अत्यल्प प्रमाणांत सांपडणारीं द्रव्यें मोठ्या प्रमाणावर कशीं पैदा होतील याबद्दल संशोधन चालू आहे.

मूलद्रव्यांचे व्यावहारिक उपयोग.—रसायनशास्त्राच्या आधुनिक प्रगतीचा विशेष हा आहे कीं, ज्या ज्या नवीन रासायनिक द्रव्यांचा शोध लागत आहे तीं सर्व द्रव्यें लागलींच व्यावहारिक उपयोगाला लावण्याची शास्त्रज्ञांची खटपट चालू आहे. त्यामुळें दिवसानुदिवस अनेक अपूर्व नवे नवे पदार्थ मनुष्यप्राण्याच्या सुखसाधनांत भर टाकूं लागले आहेत. श्रीक (सेरियम) क्षार हे कांचांनां व मातीच्या भांड्यांनां रंग देण्याच्या कामीं, रंगकामांत रंग पक्का करणारे पदार्थ म्हणून, प्रकाशलेखनकलेंत व औषधोपचारांत उपयोगीं पडतात. जिर्कन विजेच्या दिव्यांच्या कामीं, थाल उच्च प्रतीची वक्रीभवन दुर्वांण करण्याच्या कामीं; तितन (टिटॅनिअम), मोलद (मॉलिब्डेनम) व वनाट (व्हानाडिअम) उत्तम प्रकारचें पोलाद करण्याच्या कामीं, तंतल (टॅन्टॅलम) व तुंगस्थ (टुंगस्टन) विजेच्या दिव्यांतील अत्युष्णताप्रकाशी तारा करण्याच्या कामीं; तुंगस्थ व स्फट (अल्युमिनिअम) यांपासून बनलेल्या मिश्र धातूचा स्वयंगतिक वाहनें करण्याच्या कामीं; आणि तुंगस्थ, स्फट व तांबें यांपासून बनलेल्या मिश्र धातूचा आगबोटीचे वगैरे गत्युपादक पंखे करण्याकडे उपयोग करतात. तुंगस्थाचें पोलाद चिलखतें करण्यास, गाड्यांच्या कमानी कडक करण्यास, वाजाच्या पेटींतील तारा करण्यास व लोहचुंबकांतील चुंबक शक्तीचा कायमपणा वाढविण्यास उपयोगीं पडतें. प्लातिन (प्लॅटिनम) धातुसमुच्चयापैकीं विरळा पैदा होणाऱ्या धातूंचाहि फार महत्त्वाच्या कामीं उपयोग होत असतो. ओस्म (ऑस्मिअम) व ऐन्द्र (इरिडिअम) यांचा उपयोग होकायंत्रांतील दांडे, सोनेरी निफांच्या वोथी व शिक्क्यांचीं वजनें करण्याकडे करतात. ओस्म व रुथेन (रुथेनिअम) यांचा उपयोग विजेच्या दिव्यांतील तारा करण्याकडे करतात. सोम (सेलेनिअम) या द्रव्याच्या विद्युद्वहनशक्तीवर प्रकाशाचा जो विशेष परिणाम होतो त्याचा फायदा घेऊन टेलिग्राफच्या किंवा टेलीफोनच्या तारांनीं छायाचित्रें (फोटो) पाठविण्याची सोय करण्यांत आली आहे, व वैद्यकांत क्ष–किरणांचें प्रकाशदीप्तिमान मोजण्याकडेहि त्याचा उपयोग केला जाऊं लागला आहे.

गंधयुक्त (ॲरोमॅटिक) पदार्थांचें रासायनिक स्वरूप.—रासायनिक संयुक्त पदार्थांचे गुणधर्म त्यांच्या अवयवीभूत मूलद्रव्यांच्या स्वरूपावरून व रासायनिक आकर्षणावरून ठरवितां येतात, मूलकांच्या (रॅडिकल्सच्या) स्वरूपावरून ठरवितां येत नाहींत, ही कूपर व केक्यूल यांची सूचना प्रथम पूर्णपणें मान्य झाली नाहीं. तिला कोल्ब, फ्रीडेल वगैरे शास्त्रज्ञांनीं विरोध केला व निराळ्या पद्धतीनें तृतीयक अल्कहल (टर्शिअरि अल्कोहोल)चे वगैरे शोधहि लावले.तथापि अखेर, समावयविकत्वाचा (आयसॉमेरिझमचा) व मूल्यकत्वा (व्हॅलन्सी) बद्दलचा सिद्धांत प्रस्थापित होऊन रासायनिक पदार्थांच्या घटनेसंबंधाच्या केक्यूलच्या उपपत्तीलाच पुष्टि मिळाली. शिवाय केक्यूलनें कित्येक प्रमुख तैलें, झाडांचे सुवासिक चीक व तज्जन्य इतर पदार्थ अशा वनस्पतिमूलक अनेक द्रव्यांच्या रासायनिक घटनेबद्दल जें स्पष्टीकरण पुढें मांडलें तेंच प्रत्यक्ष अनुभवांतीं खरें ठरल्यांमुळें त्याची मूल उपपत्ति अधिक ग्राह्य होऊं लागली. हीं तैलें, झाडांचे सुवासिक चीक, राळ, व लाख यांनांच गंधयुक्त पदार्थ (ॲरोमॅटिक कांपौंड्स) असें म्हणतात. यांत कडू बदामाचें तेल, ऊद, बडीशेपेचें तेल, दालचिनीचें तेल, जिऱ्याचें तेल, फिनोल व त्यापासून होणारें उदीन, निळीपासून केलेले पदार्थ, दालचिनीचें अम्ल, इत्यादिकांचा अंतर्भाव होतो.

१८६६ मध्यें या गंधयुक्त पदार्थांतील पुढील विशिष्ट गुणधर्मांकडे केक्यूलनें इतरांचें लक्ष वेधून घेतलें. (१) चरबीयुक्त (ॲलिफॅटिक) पदार्थांपेक्षां या गंधयुक्त पदार्थांमध्यें कर्बाचें प्रमाण बरेंच अधिक असतें; (२) चरबीयुक्त पदार्थांप्रमाणें या गंधयुक्त पदार्थांमध्येंहि पुष्कळ तुल्यधर्म समश्रेणिक पदार्थ असतात; (३) गंधयुक्त पदार्थांपैकीं अगदीं साध्या पदार्थांमध्यें सुद्धां प्रत्येकीं निदान कर्बाचे सहा परमाणू तरी असतातच; (४) या गंधयुक्त वर्गांतील पदार्थांचें पृथक्करण केल्यास सर्वांमध्यें सर्वांनां साधारण असे कांहीं गुण आढळून येतात. पृथक्करणानें प्राप्त होणाऱ्या प्रत्येकाच्या प्रमुख द्रव्यांत निदान कर्बाचे ६ परमाणू असतातच–उदा० बेनझीन क६उ६,फेनोल क६उ६प्र इत्यादि. यावरून असा नियम निघतो कीं, सर्व गंधयुक्त पदार्थांमध्यें कर्बाचे ६ परमाणू हे मूलारंभक म्हणून असावयाचेच. या मूल ६ कर्ब परमाणूंतील परस्परसंबंध अधिक दृढ असतो व यांनां पुढें कर्बाचे व इतर द्रव्यांचे अधिक परमाणू येऊन मिळतात. अशाच रीतीनें इतर तुल्यधर्म समश्रेणिक संयुक्त पदार्थांच्या अस्तित्वासंबंधानें स्पष्टीकरण देतां येण्यासारखें आहे. येणेंप्रमाणें केक्यूलनें आपल्या वर वर्णिलेल्या उपपत्तीनें रसायनशास्त्रांत फार मोठी भर घातली आहे. उदीन(बेनझीन) नांवाच्या वर्गांतील पदार्थांविषयींच्या सिद्धान्ताइतका महत्त्वाचा सिद्धान्त सेंद्रिय रसायनशास्त्राच्या शाखेंत दुसरा कोणताहि नाहीं. केक्यूल (१८२९–१८९६) हा लीबिग या जर्मन शास्त्रज्ञाचा शिष्य होता. पुढें त्यानें पॅरिस व लंडन येथें जाऊन रसायनशास्त्राचें अधिक अध्ययन केलें. नंतर जर्मनींत येऊन कांहीं दिवस घेंट विश्वविद्यालयांत रसायनशास्त्राच्या अध्यापकाचें काम केलें. त्याचें मुख्य संशोधन कर्बयुक्त पदार्थांसंबंधाचें आहे.

गंधयुक्त पदार्थांशीं रासायनिक घटनेच्या बाबतींत साम्य असलेला पदार्थांचा दुसरा वर्ग टर्पेंटाइनसारख्या तेलांचा होय. त्यांनां सामान्य नांव टर्पेन्स असें आहे. टर्पेन्स हे क१०उ१६ या सारणीचे समघटक उज्जकर्ब पदार्थ आहेत. ते कापूर, मेंथॉल, वगैरे प्राणयुक्त पदार्थांतहि असतात. कापराची रासायनिक घटना काय असते ,याचें फार दिवस कोडें

होतें. ड्यूमासनें कापराची क१०उ१६प्र ही सारणी आहे असा प्रथम शोध लावला. हा शोध फार उपयुक्त ठरला, कारण कापूर जपानांत उत्पन्न होत असल्यामुळें कापराचा व्यापार सर्वस्वीं जपानच्या हातीं जाऊन बसल्यासारखा झाला होता; व कापराची किंमत १० वर्षांत तिप्पट वाढली होती. परंतु आतां रासायनिक प्रयोगशाळेंत पाहिजे तेथें पाहिजे तितका कापूर तयार करतां येऊं लागला आहे.

नैसर्गिक स्थितींत आढळणाऱ्या पिरिदिन (अस्थितैलज) अनाम्लांमध्यें काळ्या मिऱ्यांत आढळणारें मरीचिन (पिपेरिन) व हेम्लॉक या वनस्पतींत आढळणारें विषमय कोनिन हीं दोन मुख्य आहेत. त्यांपैकीं कोनिन हें लेडन्वर्गनें इ० स० १८८६ मध्यें कृत्रिम रीतीनें तयार केलें.; परंतु हें कृत्रिम कोनिन प्रकाशांध होतें, तर नैसर्गिक कोनिन प्रकाशध्रुवीभवनाच्या बाबतींत दक्षिणावर्ती असतें. लेडन्वर्गनें अशी कल्पना बसविली कीं, या नैसर्गिक व कृत्रिम कोनिनमध्यें गुच्छाम्ल (रॅसेमिक) व द्राक्षाम्ल (टार्टारिक) यांमध्यें जो संबंध असतो तसाच संबंध असावा, व त्याप्रमाणें त्यानें पाश्चूरनें केलेल्या कृतीप्रमाणें कृति करून गुच्छाम्ल (रॅसेमिक) स्वरूपांतील कोनिनचें दक्षिणावर्ती व वामावर्ती घटकांमध्यें पृथक्करण करतां येईल असें सुचविलें, व प्रयोगाअंतीं तें खरें ठरलें; एवढेंच नव्हे, तर हे पृथक्कृत घटक नैसर्गिक कोनिनपेक्षां जास्त प्रकाशजागृत दिसून आले. वास्तविक या कृतीनें त्या कोनिनचें समघटक कोनिनमध्यें रूपांतर झालें, याला ३०० अंशांपर्यंत उष्णता दिल्यावर त्याचें नैसर्गिक कोनिनमध्यें रूपांतर झालें व याचे आणि नैसर्गिक कोनिनचे गुणधर्म सर्वांशीं सारखे आहेत असें आढळून आलें. लेडन्वर्गनें मरीचिदिन (पिपरिडिन) आणि मरीचिनाम्ल (पिपेरिनिक ॲसिड) यांचें घनीभवन करून कृत्रिम मरीचिन (पिपेरिन) हि तयार केलें.

तंबाखूंत आढळणारें तमाखिन (निकोटिन) या अल्कोदाचा शोध प्रथम पॉसेल्ट आणि रेमन यांनीं १८२८ मध्यें लाविला. पिनर यानें त्याचे घटक ठरविले व ॲमे पिक्टेट यानें इ० स० १९०४ मध्यें तें प्रथम कृत्रिम रीतीनें तयार केलें. हें कृत्रिम तमाखिन (निकोटिन) प्रथम प्रकाशांध होतें. परंतु त्याच्या द्राक्षितांचें (टार्ट्रेटांचें) स्फटीकीभवन करून त्याचें दक्षिण व वामावर्ती घटकांमध्यें पृथक्करण करतां आलें, व यांपैकीं वामावर्ती घटक हा तंबाखूच्या पानांत सांपडणाऱ्या तमाखिनशीं पूर्णपणें सदृश होता.

बेलाडोना व हेन्बेन या वनस्पतींतील अनुक्रमें धत्तुरिन (ॲट्रोपिन) आणि धत्तुरसमिन (हायोसायमीन) हीं विषमय सत्वें समघटक अल्कोदें असून यांपैकीं धत्तुरिन हें प्रकाशांध आहे व धत्तुरसमिन हें वामावर्ती आहे. धत्तुरिन हें वास्तविक गुच्छ (रॅसेमिक) रूपांतर आहे. या दोन्हीहि अल्कोदांचे घटक ज्ञात झाले असून तीं कृत्रिम रीतीनें तयार करणें शक्य झालें आहे.

कृत्रिम अल्कोदें तयार करण्याची क्रिया पुढील पायऱ्यांनीं प्रगति होत होत वाढत आली आहे.

१ कृत्रिम स्निग्धशर्करा (ग्लिसरिन)—फॅरेडे, कोल्व, मेल्सेन्स, बोअरहॅव, फ्रीडेल आणि सिल्हा.

२ स्निग्धशर्करेपासून ग्लुतराम्ला [ग्लुटारिक ॲसिड] पर्यंत—वर्थोलेट आणि डी ल्युका, काहूर्स आणि हॉफमन, एर्लेन मेयर, लॅमेन्टॉफ आणि मार्कोव्ह निकॉफ.

३ ग्लुतराम्लापासून सुव्रोन [सुबेरोन]पर्यंत—व्राऊन आणि वॉकर व वौसिंगॉल्ट.

४ सुव्रोन ते त्रुपिदिन [ट्रोपिडिन]—विल्स्टेटर.

५ त्रुपिदिन ते त्रुपिन [ट्रोपिन]—विल्स्टेटर व लेडनवर्ग.

६ कृत्रिम त्रुपकाम्ल [ट्रोपिक ॲसिड]—वर्थोलेट, फिटिग आणि टोलेन्स, फ्रीडेल, लेडनवर्ग आणि रुधिमर.

७ त्रुपिन [ट्रोपिन] व त्रुपकाम्ल [ट्रोपिक ॲसिड] धत्तुरिन [ॲट्रोपिन]—लेडनवर्ग.

सध्यां गुंगी आणण्याकरितां उपयोजिलें जाणारें प्रसिद्ध कोकेन हें अल्कोद एरिथ्रॉग्झिलॉन कोका या झाडाच्या पानांत असतें. याचा शोध नीमन यानें १८६० मध्यें लावला. घटनेच्या बाबतींत हें धत्तुरिनसारखेंच असतें व तें दक्षिणावर्ती स्वरूपांत कृत्रिम रीतीनें तयार करण्यांतहि आलें आहे.

पपवरिन (पापाव्हेरीन), नर्कतिन (नार्कोटीन) व नर्सिन (नार्सीन) हीं अफूमध्यें आढळणारीं अल्कोदें समघटक किनोलिनचीं तद्भव असून बर्बेरीमध्यें सांपडणारें बर्बरिन (बर्बेरीन) हेंहि त्याच जातीचें आहे. पपवरिन हें अफूमध्यें शेंकडा एक या प्रमाणांत असतें. हें प्रथम मर्क यानें इ. स. १८४८ मध्यें निराळें काढिलें, व गोल्डश्मिट यानें त्याचे घटक शोधून काढले. नर्कतिन, हें अफूमध्यें मर्फिन (मार्फीन)च्या खालोखाल, पण बऱ्याच मोठ्या प्रमाणांत सांपडतें. त्याच्यावर उदकप्रक्रिया व प्राणिलीकरण या क्रिया झाल्यामुळें होणारें व आपणांस बरेच दिवस परिचित असलेलें ओपिन (ओपिॲनिक) अम्ल व कुतर्निन (कोटर्निन) या पदार्थांवर प्रयोग केल्यामुळें त्याचे घटक बहुतेक निश्चित झाले आहेत. नर्सिन हें जवळ जवळ नर्कतिनसारखेंच असून, नर्कतिनचा मिथिलअदिद (मेथिल आयोडाइड)शीं संयोग करून, त्या संयुक्तपदार्थावर दाहकपालाशची क्रिया केली असतां तें तयार होतें. बर्बरिन याचे घटक पर्कीन यानें शोधून काढिले आहेत. आपणांस जीं थोडीं रञ्जित वानस्पत्य अल्कोदें परिचित आहेत, त्यांपैकीं बर्बरिन हें एक आहे. तथापि अफूंतील मुख्य घटक जें मर्फिन व त्याचें सहज कोदिन (कोडीन) आणि थिबिन (थिबाईन) यांच्या घटनेसंबंधीं अद्याप निश्चित अशी कांहींच माहिती लागलेली नाहीं. तथापि, इ. स. ५८८१ मध्यें ग्रिमो यानें मर्फिनवर मिथिल अदिद व पालाश यांच्या

क्रिया करून त्याचें कोदिनमध्यें रूपांतर केलें. यावरून या दोन अल्कोदांमधील संबंध नर्सिन व नर्कतिन यांच्याप्रमाणेंच असला पाहिजे. या तीन अल्कोदांचा परस्परांशीं निकट संबंध असून त्यांपैकीं एकाचे घटक समजल्यावरोबर सर्वांचे स्पष्ट होतील यांत संशय नाहीं. बहुतेक हे सर्व फेनेथ्रिन (फेनॅन्थ्रिन)चे तद्भव असावे. सिंकुन (सिंकोना) अल्कोदांपैकीं विशेष महत्त्वाचीं जीं क्विनिन व सिंकुनिन (सिंकोनिन) अल्कोदें ते किनोलिन जातीचे संयुक्त पदार्थ असून त्यांमध्यें निकट संबंध असावा. परंतु त्यांचे घटक शोधून काढण्याच्या प्रयत्नांस अद्यापि यश आलें नाहीं.

संयोगीकरण.—जिचा व्यवहारांत आज मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होत आहे अशी रासायनिक क्रिया म्हटली म्हणजे संयोगीकरण (सिंथेसिस) ही होय. सेंद्रिय रसायनशास्त्रांत संयोगीकरण ही संज्ञा ज्या अर्थानें योजली जाते तिचा व्यापक अर्थ कर्वयुक्त संयुक्त पदार्थांचें संयोगीकरण हा होय. मग हें संयोगीकरण त्याच्या घटक मूलद्रव्यांचें असो किंवा भिन्नघटनायुक्त अणूंच्या संघाचें असो. एकेकाळीं या संज्ञेनें निरिंद्रिय पदार्थांपासून सेंद्रिय पदार्थ तयार करण्याच्या क्रियेचा, किंवा निरिंद्रिय पदार्थांतील मूलद्रव्यांपासून जे कांहीं संयुक्त पदार्थ बनवितां येत असत त्यांपासून सेंद्रिय पदार्थ तयार करण्याच्या क्रियेचा बोध होत असे. परंतु सांप्रत ही संज्ञा बहुतेक या संकुचित अर्थानें वापरली जात नाहीं. इतकेंच नव्हे तर संयोगीकरणाच्या कांहीं विवक्षित वर्गांच्या प्रतिक्रियांचा बोध कांहीं खास संज्ञा योजून करण्यांत येतो. उदाहरणार्थ, दोन किंवा अधिक अणूंच्या संघाच्या एकीकरणापासून सेंद्रिय पदार्थ तयार होण्याच्या विशिष्ट क्रियेला सांप्रत घनीकरण (कंडेन्सेशन) असें संबोधण्यांत येतें.

क्रियाकारक पदार्थ.—ज्यांची व्याप्ति पुष्कळ विस्तृत प्रमाणावर होण्यासारखी आहे अशा विवक्षित धर्मांच्या प्रतिक्रिया आणि विवक्षित क्रियाकारक (रिएजंट) यांचा वेळोवेळीं शोध लागत चालल्यामुळें सेंद्रिय रसायनशास्त्र हें बरेंचसें पूर्णावस्थेला येत चाललें आहे. इ० स० १८५२ सालीं जशद इथिल (झिंक एथिल) चा फ्रँकलंडनें लावलेला शोध अशाच प्रकारचा होता. सेंद्रिय घटक व (निरिंद्रिय) धातु यांच्या संयुक्त पदार्थांपैकीं हा प्रथम बनलेला पदार्थ होय. ज्यांच्या अंगीं प्रतिक्रिया करण्याचें सामर्थ्य असतें अशा अनेक व्यवहारोपयोगी व तात्त्विक दृष्ट्याहि अत्यंत उपयुक्त असलेल्या पदार्थांपैकीं हा एक आहे. या पदार्थांच्याच साहाय्यानें अस्निगंध उत्कर्ब (पाराफिन) द्वितीयक (सेकंडरी) व तृतीयक (टर्शिअरी) अल्कहल व कितन (केटोन्स) यांचें संयोगीकरण साध्य झालें. यानंतर कांहीं वर्षांनीं वुर्ट्झ यानें घनीकरण क्रियेस चालन देणाऱ्या एका पदार्थाचा उपयोग प्रचारांत आणला. सिंधु धातु (मेटॅलिक सोडिअम) हा तो पदार्थ होय. याच्या साहाय्यानें इथिल अदिद (एथिल आयोडाइड) यापासून दधुन (ब्युटेन) हा उत्कर्ब कसा तयार करितां येईल हें त्यानें दाखविलें.

२क२उ५द + धु२ = क४उ१० + २ धुद

म्ह० (इथिल अदिद) + (सिंधु) = (दधुन) + (सिंधु अदिद)

याच घनीकरणकारक पदार्थांचा उपयोग फिटिग यानें १८६३ सालीं संयोगीकरणाच्या कामीं केला. याच्या साहाय्यानें त्यानें उदीनच्या श्रेणिकांचें (होमोलोगचें) संयोगीकरण स्तंभ उदीनवर उत्कर्विल अदिदाची क्रिया करून केलें.

क६उ५स्त + कउ३द + धु२ = क६उ५कउ३ + धुद + धुस्त

म्ह० स्तंभ उदीन [ब्रोमो बेन्झीन] + मिथिल अदिद [मेथिल आयोडाइड] + सिंधु [सोडिअम] = मिथिल उदीन [मेथिल बेन्झीन] + सिंधु अदिद (सोडिअम आयोडाइड + सिंधुस्तंभिद (सोडिअम ब्रोमाइड).

याचप्रमाणें इ० स० १८६६ मध्यें केक्युली यानें स्तंभ उदीन (ब्रोमोबेन्झीन) वर कर्बद्विप्राणिदाची क्रिया करून उदाम्ल (बेन्झॉइक ॲसिड) तयार केलें.

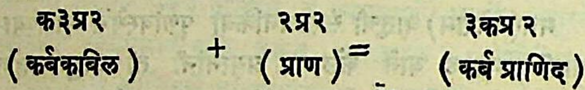
मग्न(मॅग्नेशम) धातूची संशोधनक्रिया पूर्णावस्थेस आणण्यासाठीं सॉनस्टड यानें केलेल्या प्रयत्नांनीं ती धातु सहज उपलब्ध झाली तेव्हां बरविए यानें १८९९ मध्यें सुचविल्यावरून जशदाच्या (झिंकच्या) ऐवजीं मग्नधातूचा उपयोग करण्याचा प्रघात पडला आहे. हल्लीं जो मग्न धातूचा विशिष्ट प्रकारचा संयुक्त पदार्थ क्रियाकारक म्हणून वापरण्यांत येतो, तो इ. स. १९०० मध्यें ग्रिगनर्ड यानें तयार केला असून त्याच्या नांवानें तो प्रसिद्ध आहे. मिथिल अदिद किंवा स्तंभिद याचा इथ्रमध्यें द्रव करून तो मग्न धातूच्या सान्निध्यांत आणला म्हणजे मग्न धातु विद्रुत होते व मिथिल अदिद असल्यास मकउ३द.(क२उ५)२प्र हा पदार्थ बनतो.

ग्रिगनर्डचा क्रियाकारक अतिशय कार्यकारी असल्याचें आढळून आलें आहे, व त्याच्या साहाय्यानें उदा० उत्कर्बे, अल्कहल, प्रायोज्जिदें (आल्डीहाइड्स) अम्लें, कितनें, अमिदें, (अमाइड्स) आणि त्यांचे जोड संयुक्त पदार्थ (ॲडिटिव्ह कांपाउन्ड्स) यांची अनेक घनीकरणें घडवून आणण्यांत आलीं आहेत.

याशिवाय दुसरेंहि कित्येक उपयुक्त क्रियाकारक पदार्थ असून त्यांचा उपयोग केल्यामुळें पुष्कळ तऱ्हेच्या नवीन संयुक्त पदार्थांचा शोध लागला आहे. व हे पदार्थ बनविण्याच्या रासायनिक क्रियांच्या अभ्यासानें त्यांच्या घटकरचनेचें ज्ञान होण्यासहि मदत झाली आहे.

सेंद्रिय संयोगीकरणाचे बहुतेक पदार्थ, मुख्यत्वेंकरून जेव्हां हीं संयोगीकरणें निरिंद्रिय पदार्थांपासून (सुरू) करण्यांत येतात तेव्हां, घनीकरणाच्या रीतीनें साध्या परमाणूचे बिकट अणुसंघ होत होत तयार होतात. याच्या उलट रीतीचें मजेदार उदाहरण कर्बउपप्राणिद किंवा कर्बकर्बिल (कारबन कार्बोनिल) क३प्र२ तयार करण्याचें आहे. कर्बकर्बिल हा

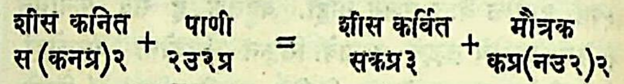
पदार्थ पुष्कळ तऱ्हेच्या कलिंगिल (मलोनिल) संयुक्त पदार्थांपासून तयार होतो परंतु तो बनविण्याची अतिशय सोईची रीत म्हटली म्हणजे कमी दावाखालीं कलिंगाम्ला (मलोनिक ॲसिड) वर स्फुरप्राणिदाची क्रिया करून किंवा द्विस्तंभ कलिंगिल हरिदाच्या (डाय ब्रोमोमलोनिल क्लोराइडच्या) इथ्रद्रवावर जशदाची क्रिया करून होय. कर्बउपप्राणिद वर्णहीन, अतिशय चंचल, वक्रीभवनकारक (रिफ्रॅक्टिव्ह) विपारी रस असून त्याचें वि. गु. १.११ आहे. त्यास तीव्र व लाक्षणिक वास असतो. तो ७ अंश उष्णमानावर उकळतो,आणि -१०७ अंशावर गोठतो. कमी उष्णमानावरच फक्त तो स्थिर असतो. साधारण उष्णमानावर त्याचें बहुगुणित रूप होऊन एक लाल रंगाचा घन पदार्थ बनतो. हा घनपदार्थ पाण्यांत विद्रुत होतो. कर्बउपप्राणिद (क३प्र२) ज्वालाग्राही असून त्याची ज्वाला जांभळ्या वर्णाची असते, पण ती धूमयुक्त असते. ही क्रिया खालीं दिलेल्या समीकरणानें दाखविली आहे.



त्याचा नीच उत्क्वथनबिंदु, त्याची फार मोठी अण्वीय वक्रीभवनता व विकिरणता, त्याचें कर्बिल व कितन यांच्याशीं साधारण साम्य इत्यादि गोष्टींवरून असें दिसतें कीं हा कर्बाचा अद्भुत प्राणिद प्रायः कलिंगाम्लांचा निरुदक आहे. आणि त्यावर पाण्याची क्रिया केली म्हणजे कलिंगाम्लांत त्याचें खरोखरच पुनः परिवर्तन होतें.

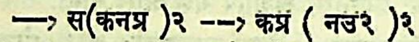
तात्विक दृष्ट्या किंवा रासायनिक प्रयोगाच्या दृष्टीनें जीवनशक्तिमय (व्हायटल) पदार्थांचें संयोगीकरण हें सेंद्रिय संयुक्त पदार्थांच्या संयोगीकरणाहून मुळींच भिन्न नाहीं. एके काळीं असे संयुक्त पदार्थ कृत्रिम रीतीनें झालेले पाहून आश्चर्य वाटत असे परंतु आतां ती स्थिति राहिली नाहीं. गेल्या ५०।६० वर्षांत रसायनशास्त्रवेत्त्याला, वनस्पती व प्राणी यांमध्येंच केवळ आढळून येणाऱ्या अनेक पदार्थांचें संयोगीकरण साध्य झालें आहे. अशा रीतीनें जे पदार्थ केवळ सजीव प्राण्याच्या देहांतच तयार होऊं शकतात अशी पूर्वी समजूत होती, ते ह्या संयोगीकरणाच्या क्रियेनें तयार करून दाखविले गेले, व सेंद्रिय वस्तूंचा नाश झाल्यावर त्यांत परिवर्तन होऊनच फक्त जे पदार्थ बनूं शकतात असें वाटत होतें असेहि कित्येक पदार्थ कृत्रिम संयोगीकरणानें तयार झाले आहेत.

वोहलरच्या क्रांतिकारक शोधापासून मौत्रक उर्फ कर्बामिद, ज्याला इंग्रजींत युरिआ म्हणतात तो, अनेक प्रकारांनीं करण्यांत आला आहे. त्यांपैकीं रेमॉल्ट व नटनसन यांची रीत महत्त्वाची आहे. तींत कर्बिल हरिदावर (कार्बोनिल क्लोराइडवर) अम्नची (अमोनिआची) क्रिया करावी लागते. व बसॅरो व डेक्स्टर यांच्या रीतीनें अमोनिकर्बामित (अमोनिअम कार्बमेट) यापासून मौत्रक तयार करतात. हे दोन्ही पदार्थ यांच्या मूलद्रव्यांपासून प्रत्यक्ष किंवा पर्यायानें तयार करतां येतात. शीसकनितावर (लेड सायनेट) उदकप्रक्रिया (हायड्रॉलिसिस) केल्यानें सुद्धां हा मौत्रक तयार होतो जसें:—



हा पदार्थ केवळ निरिंद्रिय पदार्थांपासून देखील संयोगीकरणानें पुढें दिल्याप्रमाणें तयार होतोः—





मौत्रकाबरोबर चयापचया (मेटॅबोलिझमं) पासून जे दुसरे पदार्थ उत्पन्न होतात ते मूत्रकाम्ल [युरिक ॲसिड], मांसिन [झॅनथाइन] आणि अधिमांसिन [सारसाइन] हे होत. या पदार्थांच्या रासायनिक घटकरचनेशीं अगदीं निकट साम्य आहेत असे द्विमिथिल मांसिन [थिओब्रोमिन], व चुंदिन [कॅफिन = त्रिमिथिल मांसिन] हे पदार्थ होत. हीं कोको, चुंद, चहा, इत्यादि वनस्पतींत आढळून येणारीं विशिष्ट द्रव्यें आहेत. इ. स. १८६० सालीं स्ट्रेकर यानें द्विमिथिलमांसिनचें चुंदिनमध्यें कसें रूपांतर करावें हें दाखविलें. आणि एमिल फिशर यानें याच रीतीनें मांसिनचें रूपांतर द्विमिथिल मांसिनमध्यें केलें. या वेळेपासून मांसिनच खुद्द कृत्रिम रीतीनें तयार करण्यांत आला आहे. चुंदिनच्या मूलद्रव्यांपासून त्याचें संयोगीकरण हें कसकसें व कोणकोणत्या रसायनशास्त्रवेत्त्यांनीं घडवून आणलें तें खालीं दिलें आहे.

१ कर्ब व प्राण यांपासून कर्बप्राणिद—प्रीस्टले व क्रुइक शँक.

२ कर्ब प्राणिद व हर यांपासून कर्बिल हरिद—जे. डेव्हि.

३ कर्बिल हरिद आणि अम्न यांपासून मौत्रक—नटनसन.

४ मौत्रकपासून मूत्रकाम्ल—हॉरबॅकझेस्की, बेहरेंड आणि रूसेन.

५ मूत्रकाम्लापासून मांसिन—ई. फिशर.

६ मांसिनपासून द्विमिथिल मांसिन—ई. फिशर.

७ द्विमिथिल मांसिनपासून चुंदिन [त्रिमिथिल मांसिन] —स्ट्रेकर.

कृत्रिम द्विमिथिल मांसिन हल्लीं मोठ्या प्रमाणावर तयार करितात, व सिंधुशीं संयुक्त स्थितींत तें सिंधु दार्विता- (सोडिअम ॲसिटेट) बरोबर अगुरिन या नांवाखालीं मूत्ररेचक म्हणून औषधांत उपयोगांत आणतात. कृत्रिम चुंदिनसुद्धां, मिथिल मांसिनच्या साहाय्यानें मूत्रकाम्लापासून मोठ्या प्रमाणावर तयार करतात. मांसिन व मूत्रकाम्ल यांच्यांत जो निकट संबंध आहे तो इंद्रियविज्ञानशास्त्रदृष्ट्या महत्त्वाचा आहे. कारण, सेंद्रियरचनेंत मूत्रकाम्लाची उत्पत्ति ही मांसिनअनाम्लापासून होते यांत संशय नाहीं.

संयोगीकरणाच्या क्रियेचा वैद्यकास उपयोग.– कांहीं थोड्या वर्षांपूर्वी जे अनेक कृत्रिम सेंद्रिय पदार्थ वैद्यकांत उपयोग केले जाऊं लागले आहेत त्यांचा उल्लेख येथें केला पाहिजे. अल्कोदां (आल्कलाइड्स)च्या घटनेचें शोधन चालू असतां त्यांतील कोणत्या वर्गातील अणुसंघामुळें त्या औषधांचा शरीरावर परिणाम होतो तें दृष्टोत्पत्तीस येऊन हे अणुसंघ ज्यांत आहेत ते पदार्थ तयार करण्यांत आले; पण हे पदार्थ अर्थात् सृष्टिजन्य नव्हते. या वर्गातील पदार्थ म्हटला म्हणजे अँटिपायरिन, ज्याचा ज्वरघ्न व कृमिघ्न औषधि म्हणून अर्वाचीन वैद्यकांत उपयोग होतो तो होय; व तो इ. स. १८८३ मध्यें नोर यानें शोधून काढला.

दार्वोन्नीलिद् (अॅसिट अनिलाइड) क६उ५नउ.कप्रकउ३ हें एक ज्वरघ्नच द्रव्य असून तें उन्नील (अॅनिलिन)पासून बनलेलें आहे. हें जरहार्ड यानें इ० स० १८५३ मध्यें शोधून काढलें. फेन असेटिन हें डोकेंदुखीवरील व मज्जातंतुव्यथेवरील रामवाण औषध पॅरा अॅमिनो फिनोल नामक एका अगोदर बनविलेल्या पदार्थापासून निघालें आहे.

अलीकडील कांहीं वर्षांत अनेक निद्राजनक कृत्रिम औषधें प्रचारांत आलीं आहेत. उ० हरल उज्जित (क्लोरल हायड्रेट), विरुनल(व्हेरोनल), गंधुनल (सल्फोनल), त्रिनल(ट्रायोनल), चतुर्नल (टेट्रोनल) इ०. यांपैकीं शेवटल्या तीन पदार्थांत घटनासादृश्य बरेंच आहे.

गंधुनल हें औषध, इथिल गांधिक (एथिलमरकॅपटन) आणि दारन (अॅसिटोन) यांच्या संयोगानें जो पदार्थ तयार होतो त्याचें प्राणिलीकरण (ऑक्सिडेशन) करून बनवितात. विरुनल हा कलिंगिल मौत्रक (वार्विट युरिक अॅसिड) व इथिल यांच्या संयोगापासून झालेला आहे. कलिंगिल मौत्रक हें मौत्रक व द्वि-इथिल कलिंगिलहरिद (डाय एथिल मलोनिल क्लोराइड) यांच्या घनीकरणापासून तयार होतें.

शरीराच्या अमुक भागास अमुक घटकसंघानें बधिरता येते असें दाखविण्याचा प्रयत्न करण्यांत आला आहे. उदाहरणार्थ, कोकेन यांतील घटक संघामुळें बधिरता उत्पन्न होते, यामुळें पुढें दिलेले पदार्थ औषधांत प्रचारांत आले आहेत. जसें- आर्थोफार्म, निर्वैनिन (निर्व्हनाइन), स्तुविन (स्टोव्हेइन), अल्हिन (आल्हाइन), नवुकिन (नोव्होकेइन), अद्रिनलिन अॅड्रीनलाइन) इ०. अद्रिनलिन कोकेनबरोबर योजला असतां तो अधःकटिबधिरता उत्पन्न करण्यास फार उपयुक्त आहे असें आढळून आलें आहे. कारण या योगानें कटीखालचा बहुतेक भाग संवेदनाशून्य झाल्यानें दुःखाचें ज्ञान होत नाहीं.

प्राणिजन्य पदार्थांतील वलकयुक्त द्रव्यावर सूक्ष्म जंतूंच्या कार्यानें कोथ (सडण्याची) क्रिया घडवून तिचें निरीक्षण करतां पुष्कळ - नत्रयुक्त अनाम्ल पदार्थांचें अस्तित्व आढळून आलें आहे, व त्यांपैकीं कांहीं अत्यंत विषारी असतात असेंहि दृष्टोत्पत्तीस आलें आहे. हे पदार्थ सेल्मी यानें शविन [प्टोमेन] या वर्गांत घातले आहेत. ब्रिएजर यास असें आढळून आलें कीं आंत्रज्वराचे सूक्ष्म ऱ्हस्व जंतू यांच्यापासून आंत्रज्वरिन [टायफोटोक्झाइन] नामक एक विषारी पदार्थ होतो व धनुर्वात जंतु [बॅसिलस ऑफ टेटॅनस] पासून धनुर्वातिन हा एक अतिशय विषारी अनाम्ल पदार्थ बनतो. परंतु सर्व शविन [प्टोमेन] पदार्थ विषारी नसतात. त्यांपैकीं पित्तिन [चोलाईन] हा पदार्थ मूल स्ट्रेकर यास पित्त, मेंदु व अंड्याचा बलक यांत आढळला. मांस व मासे यांवर कोथक्रिया झाली म्हणजे त्यांतहि तो आढळतो, असें आतां निदर्शनास आलें आहे. त्यासारखे पदार्थ बरेच दिवसांपासून माहीत आहेत. पित्तिन याचें कृत्रिम रीतीनें संयोगीकरण प्रथम वुर्ट्झ यानें केलें. मेंदूमध्यें असणारा एक मज्जिन [न्युराइन] नांवाचा पदार्थ आहे. त्याचें पित्तिनशीं साम्य असून पित्तिनमध्यें मज्जिनचें रूपांतर त्वरित होतें, परंतु हा मज्जिन अति विषारी असल्यानें पित्तिनहून भिन्न आहे. याचें संयोगीकरण हाफमन व बेअर यांनीं केलें आहे. दुसरे जे शवरिन [कॅव्हेराइन] सारखे शवज अल्कोद आहेत त्यांचें संयोगीकरण लेडनवर्ग यानें केलें आहे. श्मीडबर्ज आणि कॉप यांनी अळंबें [अगॅरकस मस्कॅरिअस]–ज्याला कुत्र्याचें मूत म्हणतात–त्यांत असणारें विषारी द्रव्य निराळें काढून त्यास अळंबिन (मस्कराईन) असें नांव दिलें. हें अळंबिन पुष्कळ अळंब्यांमध्यें व मांसांत कोथक्रिया होऊन जे पदार्थ तयार होतात यांत पित्तिनबरोबर आढळतें, व तें त्यांपासून निराळेंहि काढतां येतें.

कोनाइन, धत्तुरिन [अट्रोपाइन], कोकेन, मरीचिन [पिपेराइन] आणि तमाखिन [निकोटाइन] त्याचप्रमाणें वनिलिन [व्हॅनिलीन]–आर्किड वर्गाच्या वनस्पतींच्या शेंगांवर विपाकक्रिया करून त्या वाळविल्या म्हणजे त्यांत येणारें सुगंधिद्रव्य—; टोंकावीन किंवा वुड्रफमध्यें असणारें सुगंधिद्रव्य;-सालिसिलाम्ल [सालिसिलिक ॲसिड], उइन्टरग्रीनमधील सुगंधि तेल, मोहऱ्याचें तेल, कडू बदामाचें तेल, कापूर वगैरे पदार्थांचें संयोगीकरण झालें आहे. त्याचप्रमाणें दार्वाम्ल (असेटिक ॲसिड), द्राक्षाम्ल (टार्टरिक ॲसिड] आणि जंबीराम्ल [सायट्रिक ॲसिड] हे कृत्रिम रीतीनें प्राप्त झाले असून ते त्यांच्या मूलद्रव्यांपासूनहि तयार करतां येतील.

परंतु मंजिष्ठिन [अलीझरीन] याच्या संयोगीकरणानें जितकी जिज्ञासा व कुतूहल चोहोंकडे उत्पन्न झालें आहे तितकें कोणत्याहि अलीकडील संयोगीकरणानें उत्पन्न झालें नाहीं. हें मंजिष्ठिनचें संयोगीकरण ग्रीव व लिबरमन यांनीं इ० स० १८६८ त केलें. इंग्लंडमध्यें सर विल्यम पर्किन यानें व जर्मनीमध्यें कारो यानें हें तयार करण्याचे जे कारखाने काढले त्यांनीं पाश्चात्यांच्या औद्योगिक वातावरणांत एक मोठीच क्रांति घडवून आणली आहे. यामुळें तुर्कस्थान, इटाली, हॉलंड व फ्रान्स या देशांतील मुख्य धंदा पूर्णपणें

रसातळाला गेला. मंजिष्ठिन तयार करण्याकरितां अंथ्रकि-नोनवर [अँथ्राक्विनोनवर] गंधकाम्लाची क्रिया करून जो पदार्थ तयार होतो तो पालाश हरित व एखादा अल्क यांशीं युक्त करून वितळवितात.

कृत्रिम नीळ करण्याचा उपक्रम—मंजिष्ठांतील रागद्रव्याच्या संयोगीकरणापासून जी अद्भुत औद्योगिक फल-प्राप्ति झाली तीमुळें दुसऱ्या महत्त्वाच्या वनस्पतिरंगांचे—मुख्यत्वें निळीचें [इंडिगोचें] कृत्रिमरीत्या संयोगीकरण करण्याचे प्रयत्न सुरू झाले. हें निळीचें संयोगीकरण बेअर, ह्युमन, आणि हेमन यांच्या संघटित प्रयत्नानें साध्य झालें, आणि आतां हा पदार्थ मोठ्या प्रमाणावर तयार करण्यांत येतो. याचा मूलपदार्थ [नप्थालिन] हा आहे. व तो कोळशाच्या डामरांत असतो. नप्थालिनचें रूपांतर प्थलाम्लामध्यें करतात, व प्थलाम्लाचें रूपांतर मग प्थालिमिद [फ्थालइमाइड] मध्यें करतात. नंतर यापासून अंथ्रनलिाम्ल [अँथ्रॅनिलिक ॲसिड] करतात. या अंथ्रनीलाम्लावर एकहरदार्वाम्लाची [मोनोक्लोर असेटिक ॲसिडची] क्रिया केली म्हणजे [फिनिल सरसिनऋजुकर्बाम्ल (फेनिल ग्लिसिन आर्थो कर्बा-निक ॲसिड) पदार्थ तयार होतो. हा पदार्थ दाहक पालाश-बरोबर मिश्र करून वितळविला म्हणजे नील प्राणिलाम्ल [इंडॉक्सील ॲसिड] तयार होतें. नील प्राणिलाम्लाचें रूपां-तर नील प्राणिलांत [इंडॉक्सिलमध्य] करून त्यापासून पुढें नीळ तयार करतात.

कृत्रिम नीळ तयार करण्याची दुसरी रीत आहे तींत फिनिल सरसिनच्या सिंधुक्षारावर सिंध्वमिदाची [सोडामाइडची] क्रिया केली म्हणजे एकदम नील प्राणिल [इंडॉक्सील] तयार होतो. याचें घनीकरण केलें म्हणजे नीलीनील [इंडिगोब्ल्यू] तयार होतो. उन्नीलावर एक हरदार्वाम्लाची क्रिया केली म्हणजे फिनिल सरासिन तयार होतो. उन्नील हा नत्रउदीन [नायट्रोबेन्झीन] पासून बनतो व नत्रउदीन उदीनपासून होतो. आणि ज्या अर्थी उदीन [बेंझिन] दारिलिनच्या [ॲसेटिलिनच्या] घनी-करणानें तयार करतां येतो व दारिलिन हा पदार्थ कर्ब व उज्ज यांचा अत्युच्च उष्णमानावर साक्षात् संयोग होऊन तयार होतो, त्या अर्थी निरिंद्रिय पदार्थापासून निळीचें संयोगीकरण तत्वतः शक्य आहे हें सिद्ध होतें.

ही कृत्रिम संयोगीकरणानें तयार केलेली नीळ इ० स० १८९७ मध्यें प्रथम बाजारांत आली तेव्हां तिचा उद्भिज्ज निळीच्या किंमतीवर व उपजेवर तत्काल परिणाम झाल्या-शिवाय राहिला नाहीं. आज बंगालमधील निळीची उपज शेंकडा ५० हून अधिक कमी झाली आहे. इ० स० १९०२ मध्यें उद्भिज्ज निळीची उपज पावणेचार हजार खंडींहून जास्त नव्हती परंतु त्याच सालांत कृत्रिम निळीची उपज सवासहा हजार खंडींहून अधिक झाली. कृत्रिम निळीचा प्रचार होण्यापूर्वी, शुद्ध निळीची किंमत एका शेरास वारापासून पंधरा रुपयांपर्यंत असे, पण इ० स० १९०५ च्या अखेरीस ती अवघी पांच सहा रुपयांवर आली.

येथें गांधिक नीलीरक्त [थिओइंडिगोरेड] व गांधिक नप्थालिन [थिओनप्थालीन] पासून होणाऱ्या पदार्थांचा उल्लेख केला पाहिजे. कारण यांपैकीं कांहीं फार महत्त्वाचे रंग होण्याचा संभव दिसत आहे. अलीकडे कांहीं वर्षांत ज्यांस गंधकरंजन द्रव्यें म्हणतात त्यांस फार महत्त्व आलें आहे कृत्रिम सेंद्रिय रंजनद्रव्यांच्या उत्पादनाच्या पद्धतींत सुधारणा कसकशी होत गेली तिचें जास्त विस्तृत विवरण करण्यास येथें अवकाश नाहीं. या धंद्याचा आरंभ इंग्लंड-मध्यें झाला परंतु सांप्रत तो बहुतेक जर्मनीच्या हातीं जाऊन बसला आहे. या धंद्याच्या महत्त्वाची कल्पना सांप्रत होत असलेल्या निळाच्या वार्षिक उपजेची किंमत १८॥ कोटी रुपयांपेक्षां कमी नसून उपजेची दोन तृतायांश परदेशांत रवाना होत असते हें लक्षांत घेतलें म्हणजे होण्यासारखी आहे. या धंद्यांत निष्णात रसायनशास्त्रवेत्त्यांच्या झुंडींच्या झुंडी काम करीत असून त्यानें कैक हजार कारागि-रांनां उद्योग लावून दिला आहे.

शर्करांचें संयोगीकरण.—आधुनिक संयोगीकरण-रसायनशास्त्राची अतिमहत्त्वाची कामगिरी एमिल फिशर यांनीं शर्करा व औजस्यें (प्रोटीन्स) यांसंबंधीं केलेल्या संशोधनांत पहावयास सांपडेल. साखर ही वनस्पतिवर्गा-पासून उत्पन्न होते हें ज्ञान जरी मनुष्यास फार प्राचीन काळा-पासून आहे व तिचा खाण्याच्या कामीं उपयोग व तिच्या-पासून अल्कहल बनविणें या गोष्टी जरी पूर्वींपासून होत आल्या आहेत तरी—तिच्या घटनेवर प्रकाश पाडण्यासंबंधानें अनेक प्रयत्न झाले असतांहि—अगदींआतां आतांपर्यंत शर्करांचें खरे धर्म व त्यांचा एकमेकींशीं संबंध याविषयीं फारच थोडी माहिती होती. परंतु शर्करेच्या रासायनिक इतिहासा-भोंवतीं असलेल्या गूढाचें आतां बरेंच आविष्करण झालें आहे. अधिक महत्त्वाच्या उद्भिज्ज शर्करांच्या अणूंच्या घटनाच केवळ आतां ज्ञात झाल्या आहेत असें नाहीं, तर शर्करा ज्या वर्गांत मोडते त्या वर्गांतलि आजपर्यंत अज्ञात असलेले कित्येक पदार्थ संयोगीकरणानें तयार करण्यांत आले आहेत. या शर्करावर्गाच्या घटनेसंबंधीं माहिती प्रथम सुमारें पावशतकापूर्वी किलिआनी यानें जे यासंबंधीं शोध केले त्यांपासून प्राप्त झाली: असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. इ० स० १८८७ मध्यें फिशर यानें फलशर्करेच्या एका प्रकाराचें संयोगीकरण साध्य केलें, व त्याच्या पाठोपाठच मामूल द्राक्षशर्करेचें तिच्या प्रतिबिंब-रूप वामावर्ती (एन अँटिओ मार्फ लेव्हा ग्लुकोस) शर्करेचें आणि दुसऱ्या दोन प्रकाशजागृत उद्भिज्ज फलशर्करा यांचेंहि संयोगीकरण केलें. या वेळेपासून गोंदशर्करा (आर्बिनोज), डिंकशर्करा (झायलोज), सिंधुशैवालशर्करा (फ्युक्रोज), मनशर्करा (मॅनोज), सर्बशर्करा (सॉरबोज), इक्षुशर्करा

(केनशुगर),यवशर्करा (माल्टोज), दुग्धशर्करा (लॅक्टोज) इ. व ज्या शर्करा द्राक्षशर्करेदिरूपानें वनस्पतींमध्यें असतात त्या, या सर्वांचें परीक्षण करण्यांत आलें आहे. त्यांचे रासायनिक घटनाविषयक परस्पर संबंध स्पष्ट करण्यांत आले आणि त्या तयार करण्याच्या संयोगीकरणपद्धतीहि बसविल्या गेल्या. प्रसंगोपात्त त्यांवर फेनकांचें (एनझाइम्सचें) काय कार्य होतें त्याचेंहि परिशीलन करण्यांत आलें आहे. त्याचप्रमाणें आंतररचनेंत जें वैषम्य वरकरणीं दिसतें व जें निरनिराळ्या संघांवर अवलंबून असतें त्यांवर या विपाकोत्पादक पदार्थांची विलक्षण संग्रहवृत्तीहि स्थापित झाली आहे. याचा परिणाम असा झाला कीं विपाकक्रियेच्या साधारण उपपत्तीवर व फेनकांचें विकट कार्य यांवर पुष्कळ प्रकाश पडला आहे.

जीवनाधार द्रव्यांची रासायनिक घटना.—फिशरनें औजस्यांचा(प्रोटीन्स)बारकाईनें अभ्यास केला आहे, त्यामुळें जीवनरसायनशास्त्रांत एक नवीन भाग अस्तित्वांत आला आहे. औजस्य नांवाचे जे पदार्थ आहेत ते प्राण्यांचे शरीरघटक (टिशू) उत्सर्ग आणि जीवनरस (प्रोटोप्लॅझम) यांच्या मधील एक अवश्य घटक असून, जीवनाधार म्हणून जे अतिमहत्त्वाचे पदार्थ आहेत त्यांतहि यांचें अस्तित्व आवश्यक असल्याचें फार दिवसांपासून माहीत आहे. तरी रसायनशास्त्रवेत्त्यांस ज्ञात असलेल्या पदार्थांत औजस्य यांचें बिलकुल ज्ञान नाहीं. त्यांचें एकमेकांशीं असलेलें सादृश्य, व वैशिष्ट्यसूचक लक्षणांचा अभाव यामुळें ते निरनिराळे करणें कठिण आहे. त्यांची अभिन्नता सिद्ध करतां येईल अशा रूपांत या वर्गांतील जे पदार्थ काढण्यांत आले आहेत ते अगदीं थोडे आहेत.कांहीं वर्षांपूर्वी प्राणाम्लिगोलिन (ऑक्सीहिमोग्लॉबिन) निराळा काढण्यांत आला होता, परंतु रक्तोदकांतील (सीरममधील) बलकिन (अल्बुमिन) आणि अंड्यांतील बलकिन यांच्यांतील औजस्य हे नुकतेच निश्चित स्फटिकरूपांत निराळे काढण्यांत आले आहेत. सर्व औजस्यें—अगदीं साधीं औजस्यें सुद्धां—फार विकट घटनायुक्त पदार्थ असून त्यांचे अणुभारांक फार उच्च असावेत हें उघड दिसतें. उदाहरणार्थ, अम्लिगोलिन घेतला असतां त्याची घटकसारणी जवळ जवळ क१५८उ१२३न१९५प्र२१८.लोग३ अशी असावीसें वाटतें; व त्याचा कमींत कमी अणुभारांक १६,६०० आहे. खरोखर प्रत्यक्ष प्रयोगाच्या पुराव्यावरून हा अणुभारांक याहीपेक्षां बराच उच्च असावा असा पुरावा मिळाला आहे.

या पदार्थांच्या प्रकृतीचा मुख्य सुगावा—त्या पदार्थांची उदकप्रक्रिया (हायड्रालिसिस) पद्धतशीर करून तिच्या अभ्यासानें मिळाला आहे. ही उदकप्रक्रिया क्रियाकारकांच्या किंवा फेनकां (एनझाइम्स) च्या साहाय्यानें घडवून आणली आहे, व तीपासून जे निरनिराळे पृथग्भूत पदार्थ आढळले आहेत ते प्रतिपचकट (प्रोटिओसेस), पचकट (पेप्टोन्स) आणि पुष्कळ तन्हेचीं अमीन अम्लें (अमिनो ॲसिड्स) हे होत. यांपैकीं कांहीं संयोगीकरणानें तयारहि केलेले आहेत. अगदीं साध्या घटनेचीं जीं औजस्यें आहेत त्यांपैकीं औजामिन (प्रोटमाइनस) हे पदार्थ माशांच्या शुक्रजंतू (स्पर्माटोझोआ) मध्यें आहेत. ते अनाम्ल [बेसिक] पदार्थ आहेत, ते मुख्यत्वें नत्रप्रचुर असतात व प्लातिनहरिद [प्लाटिनम क्लोराइड] व कांहीं धातूंचीं प्राणिदें यांशीं ते संयुक्त होऊन क्षार होतात. या वर्गापैकीं ज्याचा उत्तम अभ्यास झाला आहे असा औजामिन म्हणजे सामन नांवाच्या माशाच्या वृषणांत आढळलेला सालामाइन हा होय. त्याची उदकप्रक्रिया केल्यापासून काय काय पदार्थ उत्पन्न होतात हें बरेंच खात्रीलायक निश्चित झालें आहे. या पदार्थांचा अणुभारांक २०४५ असून त्याची घटना क८१उ१५५न४५प्र१८ अशी असली पाहिजे. बलकिन आणि असृक्–गोलिन (ग्लॉब्युलिन्स) –प्राण्यांच्या शरीरघटकामध्यें असणारीं शीनीय (कोॲग्युलेबल) औजस्यें हीं कमीअधिक निश्चित स्वरूपांत निराळीं काढण्यांत आलीं आहेत आणि यांपैकीं कांहींपासून कर्बोज्जितां (कार्बोहायड्रेट्स) च्या सदृश पदार्थ पृथग्भूत होतात असें आढळून आलें आहे. कंठग्रंथींतील असृक् गोलिन मध्यें अद (आयोडिन) असल्याचें आढळून आलें आहे. अद हा या कंठग्रंथींतील असृक्–गोलिनमधील एका निश्चितस्वरूप द्रव्याचा आवश्यक घटक असून हें द्रव्य त्यांतून निराळें काढतां येणें शक्य आहे. या मूलद्रव्याच्या अस्तित्वामुळेंच कदाचित् वंशपरंपरागत रोगांतील असृक्–गोलिनचा रोग बरा करण्याकडे उपयोग होत असावा. अलीकडील कांहीं वर्षांत वानस्पत्य बलकिनांचेंहि बरेंच संशोधन झालें आहे, आणि शण (सण) बीजांतील शणिस्तिन व मक्यांतील मकिन वगैरे कांहीं बलकिन निश्चित रूपांत निघालीं आहेत.

प्राण्यांच्या किंवा वनस्पतींच्या अन्तर्भागांत चालत असलेल्या रासायनिक क्रिया ह्या प्रयोगशाळेंतल्या रासायनिक क्रियांप्रमाणेंच असल्या पाहिजेत याबद्दल शंका घेण्यास कांहीं सयुक्तिक कारण दिसत नाहीं. जीवनाधार पदार्थ उत्पन्न करण्यास विशेषप्रकारची जीवशक्तीच आवश्यक असते हें आधुनिक रसायनशास्त्र मान्य करीत नाहीं. असें जरी आहे तरी एवढें मात्र लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं प्राण्याच्या किंवा वनस्पतीच्या अन्तर्भागांतील रासायनिक पदार्थांची घटनाविघटना कोणती शक्ति घडवून आणते यासंबंधीं आतांपर्यंत फारच थोडें ज्ञान झालें आहे. कारण प्राण्याच्या किंवा वनस्पतीच्या अन्तर्भागांत होणारे जे पदार्थ आतांपर्यंत कृत्रिम रीतीनें बनविण्यांत आले आहेत ते सर्व शुद्ध प्रयोगशाळेच्या पद्धतींनीं होत. यांपैकीं एखादा पदार्थ प्रयोगशाळेंत अनेक रीतींनीं जरी बनविण्यांत आला असला तरी निसर्गांत तो त्यांपैकींच एखाद्या रीतीनें बनत असेल असें मुळींच सिद्ध होत नाहीं. उदाहरणार्थ, प्रकाशाच्या साहाय्यानें वनस्पतींत जशीं तिचीं घटक द्रव्यें तयार होतात तशीं अद्याप प्रयोगशाळेंत

बनवितां आलीं नाहींत. पुष्कळ वनस्पतींतील द्रव्यें एक प्रकारच्या विपाकोत्पादक पदार्थांची क्रिया होऊन बनत असतात, पण यांपैकीं एकहि पदार्थ तयार करण्यांत रसायनशास्त्रवेत्त्यांस यश आलें नाहीं.

प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या अन्तर्भागांत घनीकरणासमान कांहीं तरी क्रिया निःसंशय होत असल्या पाहिजेत. परंतु ज्या साधनांनीं या क्रिया घडून येतात तीं साधनें आज रसायनशास्त्रज्ञांस ज्ञात असलेल्या साधनांपेक्षां बहुधा अगदीं भिन्न असलीं पाहिजेत. प्रयोगशाळेंतील अनेक घनीकरणें बऱ्याच उच्च उष्णमानावर किंवा अतिशय दावाखालीं किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे प्राण्यांच्या किंवा वनस्पतींच्या अन्तर्भागांतल्या परिस्थितीहून अगदीं भिन्न परिस्थितींत सिद्ध झालीं आहेत.

हिंदुस्थानांतील नूतन रसायनशास्त्रीय संशोधन.—जुन्या भारतीय रसायनशास्त्राची परंपरा रसमंजरी रसरंजन, इत्यादि १७ व्या १८ व्या शतकांतील ग्रंथांशीं संपते. १९ व्या व विशेषतः २० व्या शतकांत भारतीयांनां इतर पाश्चात्य विद्यांबरोबर पाश्चात्य रसायनशास्त्राचें ज्ञान झालें. अशा रीतीनें तयार झालेल्या नूतन हिंदी रसायनशास्त्रज्ञांमध्यें गज्जर, राय व बोस हे प्रमुख होत. रसायनशास्त्रांत पारंगतता मिळविलेल्या व त्या शास्त्रांत स्वतंत्रपणें नवीन शोध लावणाऱ्या पदवीधरांत मुंबई इलाख्यांतील प्रो० टी० के० गज्जर [मृ. इ. स. १९२०] यांची प्रामुख्यानें गणना आहे. बडोद्यांतील कलाभुवन, ॲलेम्बिक केमिकलवर्क्स, मुंबईतील टेक्नोकेमिकल लॅबॅरेटरी वगैरे संस्था त्यांच्या श्रमांचीं प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष फलें होत. मुंबईतील राणीच्या पुतळ्यावरील डांबराचा जो डाग सरकारी रसायनशास्त्रज्ञांनां काढतां आला नाहीं, तो प्रो० गज्जर यांनीं काढला. प्रो० गज्जर हे डॉक्टर नव्हते तरी त्यांनीं प्लेगवर व इन्फ्लुएन्झा तापावर गुणकारक औषधें तयार करून हजारों रोग्यांचे प्राण वांचविले. मोत्यांवरील डाग काढणें व मोत्यांनां पाणी देणें वगैरे त्यांच्या शोधांचा व्यापारी लोकांस मोठाच फायदा झाला.

डॉ. राय व डॉ. बोस हे दोघेहि बंगालमधील गृहस्थ असून डॉ बोस यांचे विशेष आश्चर्यकारक शोध वनस्पतींसंबंधाचे असल्यामुळें त्यांची माहिती पुढें येईल. डॉ. राय हे फार मोठे रसायनशास्त्रज्ञ व संशोधक असून त्यांची शिष्यपरंपराहि फार मोठी असल्यामुळें रसायनशास्त्रांतील संशोधनाचें व ग्रंथोत्पादनाचें मध्यंतरीं बंद पडलेलें काम भारतीय विद्वानांकडून नूतन पद्धतीनें पुन्हां सुरू झालें आहे, व हें संशोधनकार्य यापुढें अव्याहत चालू राहील अशी आशा करण्यास जागा आहे. डॉ० प्रफुल्लचंद्र राय (जन्म १८६१) यांचें उच्च शिक्षण कलकत्ता व एडिंबरो येथें झालें. इ. स.. १८८९ पासून त्यांनीं कलकत्याच्या प्रेसिडेन्सी कालेजांत रसायनशास्त्राचे अध्यापक म्हणून काम केलें व त्याच कॉलेजच्या रासायनिक प्रयोग शाळेंत आपलें संशोधनाचें कार्य चालू ठेवलें. त्यांचा पहिला प्रसिद्ध शोध पारदसनत्राइताचा (मर्क्युरसनायट्राइटचा) त्यांनीं १८९५ मध्यें लावला. नत्राइतें व अधिनत्राइतें (हायपोनायट्राइट्स) या विषयावर त्यांनीं बरेच संशोधनात्मक लेख लिहिलेले असून अमीननत्राइतें [अमाइन नाइट्राइट], मग्न–,जशद–,काद्म–(कॅडमिअम)–, खट (कॅल्शम)-, स्त्रन्त (स्ट्रॉन्शम्) व भार (बॅरिअम) नत्राइतें यांच्या शोधामुळें आणि अमोनिनत्राइतची (अमोनिअमनायट्राइटची) बाष्पघनता काढण्याच्या रीतीमुळें त्यांची रसायनशास्त्रज्ञ म्हणून जगभर प्रसिद्धि व वाहवा झाली. याप्रमाणें त्यांनीं भारतीय शास्त्रीय संशोधक म्हणून जगांत नांव तर मिळविलेंच, परंतु शिवाय त्यांनीं ' भारतीय रसायनशास्त्राचा इतिहास ' हा ग्रंथ लिहून एक फार मोठी कामगिरी बजाविली आहे. डॉ. राय यांची तिसरी महत्वाची कामगिरी म्हणजे त्यांनीं तयार केलेला शिष्यगण. उदिल (बॅंझिल) व अलिलअमोनि नत्राइतें यांच्या संशोधनांस मदत करणारा व अनेक नव्या संयुक्त पदार्थांचा शोध लावणारा रसिकलाल दत्त, पदार्थवैज्ञानिक रसायनशास्त्रांत संशोधन करून नत्राइतांची वाहकता व त्यांचे गुणधर्मद्योतक स्थिरांक ठरविणारा नीलरतन धार नत्राइताचें मोजमाप करण्याची नवी रीत शोधून काढणारा हेमेंद्र कुमार सेन, जशदसजशदहरिद (झिनोसोझिकिक क्लोराइड) चा शोध लावणारा हरिदास सेन, वगैरे अनेक शिष्यवर डॉ. राय यांनीं तयार करून संशोधन कार्याची परंपरा सतत चालावी म्हणून भक्कम पाया तयार केला आहे. जबलपूर येथें राय नांवाच्या एका मुलानें हवेंतून अनूप वायु तयार करण्याची कृति शोधून काढली आहे. यामुळें आध्यात्मिक विचारांत पुढारलेला हिंदुस्थान आधिभौतिक शास्त्रांतहि यापुढें मागासलेला राहणार नाहीं असें वाटतें.

प्रकरण १२ वें.

पदार्थविज्ञानशास्त्राचा इतिहास.

पदार्थविज्ञान उर्फ फिझिक्स म्हणून जें शास्त्र आज अस्तित्वांत, आहे, त्यांत पदार्थांचे घनद्रववायु हे त्रिविध गुणधर्म ओळखणें आणि शक्तीचीं रूपांतरें जाणणें इत्यादि गोष्टी येतात. आज उष्णता म्हणजे काय, ध्वनि म्हणजे काय, विद्युत् म्हणजे काय याविषयींच्या अत्यंत प्राथमिक कल्पनासंबंधानें अज्ञानच आहे. या पदार्थांचें अस्तित्व आपण त्यांच्या परिणामांवरून ओळखतों. आपल्याकडे पदार्थविज्ञानशास्त्राची वाढ कितपत होती याचा शोध चांगला झाला नाहीं. तथापि उष्णता, प्रकाश, नाद, रंग, गति, विद्युत् याविषयींच्या शास्त्रीय कल्पनांचा अभाव होता असें म्हणतां येणार नाहीं. ध्वनिशास्त्राच्या कांहीं तरी कल्पनाशिवाय संगीताची वृद्धि

होणें शक्य नाहीं. आरशासारख्या वस्तू अस्तित्वांत फार प्राचीन कालापासून आहेत. आणि ख्रिस्तपूर्व ३०० च्या सुमारास महत्कारी कांच (म्याग्निफाईंग ग्लासेस) चीनमध्यें हिंदुस्थानांतून जात होती तेव्हां त्यांस प्रकाशाचे गुणधर्म बरेच ठाऊक असले पाहिजेत हें उघड आहे. द्रावांचें बाष्पीभवनहि त्यांस परिचित होतेंच. तसेंच धातूंचें वितळणेंहि परिचित होतें. जेव्हां सृष्टीचीच कल्पना पंचमहाभूतात्मक होती. तेव्हां त्या शास्त्रास "फिजिक्स" म्हणावें अगर "केमिस्ट्री" म्हणावें याविषयीं शंकाच पडणार आणि यासाठीं प्राचीन काळीं हीं दोन्हीं शास्त्रें एकच होतीं असें म्हटलें पाहिजे.

प्राचीनांच्या पदार्थविज्ञानविषयक कल्पनांची अविद्यामयता वैशेषिकांनीं सोन्याचा अंतर्भाव तेजांत केला त्यावरून आणि "अविंधनं दिव्यंविद्युदादि" जलावर उपजीविका करणारें दिव्य तेज विद्युत हें होय अशा तऱ्हेचे विचार वैशेषिकांनीं व्यक्त केले ह्यावरून दिसून येणार आहे.

या विषयावर त्यांचा परिश्रम काय झाला होता याची सविस्तर माहिती अजून बाहेर पडली नाहीं. तेव्हां विज्ञानेतिहासांतील हें एक न लिहिलेलें पान समजून आपण आतां यूरोपांतील शास्त्रविकासाकडे वळूं.

सतराव्या शतकापर्यंतचें पदार्थविज्ञानविषयक ज्ञान.—या शास्त्रांत अन्तर्भूत होणारें उष्णता, प्रकाश, विद्युत् आणि पदार्थांच्या घन, द्रव व वायु या तीन अवस्था या संबंधाचें ज्ञान मनुष्यप्राण्याला रसायनशास्त्रीय ज्ञानाच्या म्हणजे पदार्थांच्या घटकावयवांविषयींच्या ज्ञानाच्या अगोदर झालें असलें पाहिजे हें उघड आहे. मनुष्यप्राणी पृथ्वीवर प्रथम उत्पन्न झाला तेव्हांच त्याचा संबंध सूर्याचा प्रकाश व उष्णता व ढगामधील वीज या गोष्टींशीं येऊं लागला. पुढें विस्तव कृत्रिम उपायांनीं उत्पन्न करण्यापर्यंतची उष्णतेसंबंधाच्या ज्ञानाची पायरी त्यानें गांठली. मात्र यापुढें मजल जाण्यास त्यास फार काल लागला असला पाहिजे. उदाहरणार्थ, एकाच पदार्थाची घट्ट, पातळ होण्याची क्रिया त्यांच्या पाहण्यांत आलेली असली तरी अशा घनद्रववायुरूप निरनिराळ्या अवस्थांतहि पदार्थांचे मूलघटक एकच असतात ही पदार्थविज्ञानशास्त्रीय मूलभूत कल्पना मिसरी किंवा बाबिलोनी या प्राचीन काळांतील सुसंस्कृत लोकांच्याहि लक्षांत आली असेल असें वाटत नाहीं. तथापि या प्राचीन लोकांचें ज्योतिष, वैद्यक व मनोरे वगैरे बांधकामांत दिसून येणारें यांत्रिक ज्ञान लक्षांत घेतां त्यांची पदार्थविज्ञानविषयक ज्ञानांत बरीच प्रगति झाली असावी असें मानणें भाग आहे. पुढें ग्रीक व रोमन लोकांनीं या ज्ञानाची जी प्रगति केली त्याची सविस्तर माहिती मागें ७ व्या प्रकरणांत आलेली आहे. तिचा थोडक्यांत निर्देश येथें करूं. ग्रीक तत्त्ववेत्ता एम्पेडोक्लेस याच्या लक्षांत, हवेचा दाब हा उघड्या केलेल्या नळींतील पाण्याचें वजन तोलून धरूं शकतो, ही गोष्ट आली होती. प्रकाशाला गति असावी असाहि तर्क त्यानें केला होता (पृष्ठ २३९). केंद्रोत्सारक शक्ति, स्थितिसातत्य व गुरुत्वाकर्षण यांसंबंधीं अस्पष्टशी कल्पना अनॅक्सॅगोरसला झाली होती (पृष्ठ २४२). पुढें आर्किमीडीझनें या शास्त्राच्या ज्ञानांत पुष्कळच भर घातली व प्रत्यक्ष व्यवहारांत उपयोगीं पडणारीं अशीं अनेक प्रकारचीं यंत्रें तयार केलीं (पृष्ठ २५७–२६२). पुढील ग्रीक विद्वान हीरो यानें एक प्रकारचें कारंजें, एक तीर्थयंत्र व एक वाफेनें फिरणारें यंत्रहि तयार केलें होतें (पृष्ठ २६५). महत्कारी भिंगें व अग्न्युत्पादक भिंगें तयार करण्याचें ज्ञान ग्रीकांनां होतें. तात्पर्य, ग्रीकांनां पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील कित्येक चमत्कार ज्ञात होते; परंतु त्यांच्या हातून त्या ज्ञानाचें शास्त्रीयदृष्ट्या वर्गीकरण झालें नसल्यामुळें पदार्थविज्ञानशास्त्राची गणना ज्योतिष, वैद्यक वगैरे शास्त्रांप्रमाणें प्राचीन शास्त्रांत करतां येत नाहीं. पूर्वसंचित ज्ञानाचें शास्त्रीय दृष्ट्या वर्गीकरण करण्याचें काम प्रथम बेकननें केलेलें दिसतें; परंतु त्या शास्त्रांत खरें खरें संशोधन होण्यास गॅलिलीओपासूनच सुरवात झाली.

गॅलिलीओ आणि नूतन पदार्थविज्ञानशास्त्र.—सन १६३२ मधील खटल्याच्या अनुभवामुळें (पृ. ३४७पहा) गॅलिलीओनें, धर्मसमजुतींचा संपर्क येणार नाहीं अशा निराळ्याच विषयामध्यें आपले शोध लावण्यास सुरवात केली. हा विषय म्हणजे त्याचा पूर्वीचा आवडता विषय यंत्रशास्त्र हें होय. नवीन शास्त्रासंबंधीं संवाद (डायालोघी डेले न्यूव्हो सायन्झ) हा ग्रंथ त्यानें १६३६सालीं लिहून पूर्ण केला. हें पुस्तक यानंतर दोन वर्षांनीं छापलें तेव्हां पुस्तकाची प्रसिद्धि त्याच्या पूर्वीच्या नास्तिक पुस्तकाइतकीच झाली. या पुस्तकांत धर्मसमजुतींनां धक्का बसण्यासारखें जरी प्रत्यक्ष फारसें नव्हतें तरी पण या पुस्तकांतील यंत्रशास्त्रांतील तत्त्वांमुळें कोपरनिकसच्या शोधास जितकी बळकटी आली तितकी त्या शोधासंबंधीं प्रत्यक्ष लिहिलेल्या पाहिल्या पुस्तकानें आली नाहीं.

गॅलिलीओ आणि गतिनियम.—ज्योतिषशास्त्रामधील गॅलिलीओचे शोध, दुसऱ्याच्या प्रेरणेमुळें झाले होते असें म्हणतां येईल, परंतु यंत्रशास्त्रांतील त्याचे शोध मात्र त्याच्या स्वयंप्रेरक बुद्धीमुळेंच झाले. लहानपणींच पिसा येथें प्रोफेसर असतांना त्यानें अरिस्टॉटलच्या सिद्धान्तावर हल्ला चढवला होता पिसा येथील प्रसिद्ध झुकलेल्या मनोऱ्यावर जाऊन १५९०सालीं त्यानें एक प्रयोग केला. व अरिस्टॉटलच्या मतानुयायांच्या समोर त्यानें 'पडणाऱ्या वस्तूंचा वेग, त्यांच्या वजनाच्या प्रमाणांत असतो' ही ॲरिस्टाटलची कल्पना चुकीची आहे हें सिद्ध करून दिलें. आरिस्टॉटलची ही कल्पना सर्व मध्ययुगांत बरोबर मानली जात असे. यावरूनच मध्ययुगांतील शास्त्रांबद्दलची वृत्ति व्यक्त होते. असो. गॅलिलीओनें त्या मनोऱ्यावरून एक अर्ध्या पौंडाची वस्तु व दुसरा तोफेचा गोळा अशी एकदम खालीं सोडली व अर्थातच त्या दोन्ही वस्तू एकदम एकाच

वेळेला खालीं आल्या. परंतु हें प्रत्यक्ष पाहून सुद्धां या अरिस्टॉटलच्या अनुयायांनां खरें वाटेना व गॅलिलीओनें कांहीं तरी चेट्रक घडवून आणलें अशी त्यांची भावना झाली. कारण इतके दिवस रूढ असलेली कल्पना खोटी असेल असें त्यांच्या मनाला कांहीं केल्या पटेना. त्यामुळें गॅलिलीओ वर आरोप ठेवला गेल्यामुळें व त्यावेळच्या विद्वानांनीं त्याची टरच केल्यामुळें त्याला पिसामधून पाय काढावा लागला.

सुदैवानें इटालीच्या दुसऱ्या भागांत, नवीन मतांची लाट उसळली होती व त्यामुळें गॅलिलीओला, पादुआमध्यें व तदनंतर फ्लॉरेन्समध्यें आश्रय घेतां आला. व तेथें असतांना जरी त्याला कोपरनिकसच्या तत्त्वाचा प्रसार करतां आला नाहीं तरी यांत्रिक शास्त्राचा प्रसार करण्यास त्याला प्रतिबंध झाला नाहीं. या शास्त्रांतील शोधांमुळें त्याची जगभर प्रसिद्धी झाली व आधुनिक यंत्रशास्त्राचा जनक म्हणून त्याची गणना झाली. त्यानें लावलेले शोध विविध प्रकारचे आहेत तरी पण त्यांत हालणाऱ्या वस्तूंसंबंधीं व शक्तींसंबंधीं विशेष आहेत. वरील मनोऱ्यावरून केलेल्या प्रयोगानें असें सिद्ध झालें कीं पडणाऱ्या वस्तूंच्या वेगाचा त्या वस्तूंच्या वजनाशीं कांहींहि संबंध नसतो. फक्त हवेच्या निरोधाचा प्रतिकार करण्याइतकें वस्तूचें वजन पाहिजे. अशाच रीतीनें प्रयोग करतां करतां त्यानें पतंगांतील वर्धमान गतीसंबंधीं कांहीं नियम शोधून काढले व ही वर्धमानगति पडण्यास लागणाऱ्या वेळाशीं समप्रमाणांत असते असें दाखविलें. तसेंच उतरणीवरून चेंडू सोडून केलेल्या प्रयोगांमुळें देखील वरील अनुमानालाच बळकटी आली. याच्याहि पुढें जाऊन तोफेच्या गोळ्याबद्दल प्रयोग करण्यांत येऊन गॅलिलीओनें त्याबद्दलचे बरोबर शोध लावले. त्यावेळीं अशी कल्पना प्रचलित होती कीं तोफेपासून निघालेला गोळा, भूमिसमांतर दिशेनें जाऊन त्याचा वेग संपल्यावर, सरळ लंबरेषेंत खालीं पडतो. गॅलिलीओनें असें सिद्ध केलें कीं तोफेच्या तोंडापासून गोळा निघतांच तो खालीं पडावयास लागतो त्यामुळें त्याची गति परवलयाकार असते. त्याची कल्पना आजकाल सर्वांनां परिचित आहे ती अशी. तोफेच्या तोंडापासून खालीं नुसता टाकलेला गोळा तोफेपासून भूमिपृष्ठसमांतररेषेंत सोडलेल्या गोळ्याला पडण्यास लागणाऱ्या इतक्याच वेळांत जमीनीवर येईल. परंतु परवलयाकार गतीमध्यें हवेचा जो प्रतिबंध होतो तो नक्की मोजण्याचें साधन त्याजवळ नसल्यामुळें वरील प्रयोग त्याला प्रत्यक्ष बिनचूक सिद्ध करतां आला नाहीं. तथापि त्यानें गुरुत्वाकर्षणशक्ति ही कोणत्याहि निराधार वस्तूवर—मग तिला दुसरी एखादी स्वतंत्र गति असो अगर नसो—नेहमीं सारखेंच कार्य करीत असते हा जो सिद्धान्त स्थापित केला त्यामुळेंच त्याच्या कल्पनेला महत्त्व आहे.

अशा रीतीनें पडणाऱ्या वस्तूंविषयीं असेच प्रयोग करतां करतां त्यानें पदार्थविज्ञानशास्त्राला अत्यंत जरूर असे यंत्रशास्त्रामधील, अनेक सर्वसामान्य नियम शोधून काढले. पृथ्वी ही सूर्याभोंवतीं फिरते ह्या कल्पनेवर विश्वास ठेवल्यानंतर एक गोष्ट सहज नजरेला येऊं लागली. ती ही कीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असणाऱ्या सर्व वस्तूंनां त्यांच्या स्वतःच्या परस्परसापेक्ष गतिव्यतिरिक्त पृथ्वीच्या गतीमुळें एक गति असते. ही कल्पना पटण्यास त्यावेळीं अत्यंत प्रयास पडले. परंतु ही गोष्ट साध्या उदाहरणावरून देखील सिद्ध करून देतां येण्यासारखी आहे. जर आपण, चालत्या गाडींतून एक दगड फेंकला तर ज्या ठिकाणाहून तो फेंकला जातो त्याच्या बरोबर खालीं न पडतां त्या चालत्या गाडीच्या गतीमुळें तो दुसरीकडे पडतो. हीच गोष्ट आपण गाडींतून उडी मारतांना आपल्याला दिसून येईल. तसेंच हलत्या जहाजांतून टाकलेल्या गोळ्यावरून असेंच सिद्ध करून देतां येईल कीं त्या गोळ्यास जहाजाच्या गतीचा अंश मिळतो. तात्पर्य, अगदीं व्यावहारिक उदाहरणावरून देखील हें उघड दिसून येईल कीं जगांत संयुक्तगति म्हणून एक गतीचा प्रकार आहे. त्यामुळें पृथ्वीवरील पदार्थांनां स्वतंत्र रीत्या मिळणाऱ्या गतीशिवाय पृथ्वीच्या गतीचा अंश मिळतो व ह्या गतीचा अंश कोणत्याहि तऱ्हेनें त्या पदार्थांच्या गतीला प्रतिबंधक होत नाहीं. कोपरनिकसाच्या शोधाचा जसजसा अधिक प्रसार होऊं लागला तस तशा या संयुक्त गतीसंबंधाच्या विपरीत कल्पना नाहींशा होऊं लागल्या व गॅलिलीओनें लावलेल्या शोधामुळें हा मार्ग विशेषच सोपा झाला.

त्या वेळीं लोकांच्या गतीसंबंधीं कल्पना मूळांतच चुकलेल्या होत्या. कोणत्याहि पदार्थाला गति देण्यास कांहीं तरी शक्ति लावावी लागते, व ती गति कायम ठेवण्यास शक्तिहि कायम ठेवावी लागते अशी स्वाभाविकपणेंच त्या वेळच्या लोकांची कल्पना होती. उदाहरणार्थ, एखादा दगड आपण फेंकला तर आपल्या हातून निसटल्यावर त्या दगडाला प्रत्यक्ष कांहीं शक्ति मिळाली नाहीं तरी आपण असें पहातों कीं, तो दगड कांहीं अंतरापर्यंत हवेंत वर जात असतो व नंतर जमिनीवर पडतो. तर दगड वर जात कसा राहतो ही शंका येणें साहजिक आहे. या शंकेचें निरसन ॲरिस्टॉटलच्या अनुयायांनीं असें केलें कीं दगड फेंकतांना हाताच्या गतीनें हवेला पुढें ढकलण्याची गति मिळते व ती हवेची गति दगडाला मिळून दगड वर जात राहतो. परंतु हवेलाच ही गति कशी मिळते याचा त्या वेळेस सांगोपांग विचार झाला नव्हता व ती गति नंतर कशी थांबते याबद्दलहि फारसा विचार झाला नव्हता. परंतु आज आपल्याला असें निश्चितपणें माहीत आहे कीं, हवा ही दगडाच्या गतीला विरोध करून गुरुत्वाकर्षणशक्तीला सहायभूत होते. जर गुरुत्वाकर्षणशक्ति व हवेची प्रतिबंधकशक्ति यांचा अभाव असेल तर दगडाला एकदां गति मिळाली असतां तो सारखा एका सरळ रेषेंत पुढें जात राहील. परंतु हल्लीं प्रसिद्ध असलेला हा गतिशास्त्रांतील 'पहिला नियम' त्या वेळेला पट-

ण्यास फार कठिण गेलें. हा नियम पटण्यास गॅलिलीओचेच शोध मुख्यतः कारणीभूत झाले. गॅलिलीओनें अर्ध्या पौंड वजनाचा गोळा व शंभर पौंड वजनाचा गोळा हे दोन्ही बरोबर पडतात हें दाखविलें. परंतु पिसासारखे पदार्थ कांहीं तितक्याच वेळांत पडत नाहींत ही गोष्ट स्पष्ट दिसते. अर्थात् या दोन गोष्टींतील विरोध हवेचा प्रतिबंध लक्षांत घेतला असतां नाहींसा होतो. ही हवेच्या प्रतिबंधक शक्तीची कल्पना ग्रहण केल्यावरोबर संशोधक एका नव्याच क्षेत्रांत प्रवेश करितो.

तथापि गॅलिलीओ यास हवा ही गतीला प्रतिबंधक कशी होते हें सिद्ध करून दाखवितां येईना. कारण वाताकर्षक यंत्र त्यावेळेला निघालें नव्हतें. त्यामुळें नळी निर्वात करून तीमध्यें एक पीस व नाणें हीं दोन्ही ठेऊन नंतर ती सारख्याच वेळांत खालीं पडतात हें सिद्ध करून दाखवतां येईना. परंतु हें तत्त्व मात्र त्याला पूर्णपणें अवगत होतें याबद्दल शंका नाहीं. अखेरीस त्याच्या स्वतःच्या व तत्समकालीन शास्त्रज्ञांच्या प्रयत्नांमुळें त्यानें जवळ जवळ इतकें सिद्ध केलें होतें कीं, फेंकलेल्या वस्तूमध्येंच गति असून इतर प्रतिबंधक शक्तींमुळें ती गति थांबते. परंतु हा नियम स्पष्ट शब्दांत गॅलिलीओच्या मृत्यूनंतर दोन वर्षांनीं डेकार्ट या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें आपल्या तत्त्वज्ञानांतील सिद्धान्त [प्रिन्सिपिया फिलॉसॉफिइ] ह्या पुस्तकांत सन १६४४ त सांगितला. तो असाः

' कोणतीहि वस्तु तिला एकदां गति मिळाल्यास सरळ रेषेंत सारख्याच गतीनें सर्व काल जात असते. उलट कोणतीहि वस्तु बाह्य शक्तीच्या अभावीं नेहमीं स्थिर रहाते. '

हा सर्व यंत्रशास्त्राला मूलभूत नियम सिद्ध करण्यास सतराव्या शतकाचा पूर्वार्ध लागला व त्या काळांत अनेक विद्वानांनीं याच्या शोधार्थ अनेक प्रकारचे व अगणित प्रयोग केले.

वरील प्रयोगाशिवाय गॅलिलीओनें दुसरे प्रयोग करून तितक्याच महत्त्वाचे शोध लावले त्याकडे आपली दृष्टि वळवूं. हे प्रयोग उतारावरून खालीं येणाऱ्या पदार्थांविषयीं व लंबकाविषयीं होते. आतांपर्यंत त्यानें सरळ अगर उतारावरून चेंडू खालीं सोडला असतां खालीं पडण्याला लागणारा वेळ उंचीच्या कमी अधिक प्रमाणावर अवलंबून असतो व वजनावर नसतो असें सिद्ध केलें होतें. त्याप्रमाणेंच त्यानें वक्रभागासंबंधीं प्रयोग केले, या प्रयोगामुळें वक्राकार गति व लंबकाची गति यांच्या अभ्यासास चालना मिळाली.

या लंबकाच्या बाबतींत थोडक्याच काळांत विलक्षण व चमत्कारिक शोध लागूं लागले. उदाहरणार्थ, गॅलिलीओला असें दिसून आलें कीं एका विवक्षित लांबीचा लंबक जरी त्या लंबकाचें वर्तुळ बदललें तरी सारख्याच वेगानें हलतो. तसेंच निरनिराळ्या लांबीच्या लंबकांच्या आंदोलनाचा वेग प्रमाणांत बदलत असतो असें त्याला आढळून आलें. एका लंबकाच्या हेलकाव्याचा वेग दुसऱ्याच्या निम्मा करावयाचा असल्यास त्या दोन लंबकांच्या लांबीचें प्रमाण ४:१ असावें. म्हणजे लंबकांच्या हेलकाव्याचा वेग त्याच्या लांबीच्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणांत असतो. यानंतर गॅलिलीओला असें आढळून आलें कीं आपल्याला हवेचा प्रतिबंध नाहींसा करतां येण्याइतका मोठ्या वजनाचा लंवक करतां येईल, व त्याच्या आंदोलनाचें प्रमाण त्याच्या लांबीवरच अवलंबून राहील. ज्याअर्थी विशिष्ठ वजनाच्या लंबकाचीं हीं आंदोलनें अगदीं सारख्या वेगानें चालतात त्याअर्थी यांचा वेळ मोजण्याकडे उपयोग करण्याचें त्यानें मनांत आणलें. परंतु व्हावा तितका त्याचा प्रयत्न यशस्वी झाला नाहीं. लंबक असलेलें घड्याळ तयार करण्याचा मान प्रथम ह्यायगेंझ या यंत्रज्ञानें मिळविला.

या वस्तूंच्या गतीसंबंधाच्या अभ्यासामुळें थोडक्याच काळांत गतीसंबंधीं तिसरा नियम माहीत झाला व तो हा कीं, ' स्थिर वस्तूवर ज्या प्रमाणांत एखादी शक्ति कार्य करते त्याच प्रमाणांत ती गतियुक्त वस्तूवरहि करते. '

स्टेव्हिनस आणि शक्तिसमता.—एकंदरीनें पाहतां गॅलिलीओनें केलेल्या यंत्रशास्त्रीय अभ्यासामुळें त्या शास्त्रांत क्रांति घडवून आणली असें म्हटल्यास हरकत नाहीं. त्यानें आर्किमीडिझच्या गतिविषयक शोधापुढें एक पायरी आक्रमण करून एका नव्या शास्त्राचा पाया घातला. त्याच्या नंतर बरेच शोधक विद्वान उत्पन्न होऊन त्याचें काम त्यांनीं पुढें चालविलें. परंतु तिकडे तूर्त लक्ष न देतां आपण गॅलिलीओच्या समकालीन इतर शोधकांनीं तत्संबद्ध क्षेत्रांमध्यें काय काय शोध लावले याकडे नजर वळवूं. हे शोध देखील अतिशय महत्त्वाचे आहेत. हे शोध ज्या दोन प्रसिद्ध गृहस्थांनीं लावले ते विद्वान् स्टेव्हीनस व गिलवर्ट हे होत. त्यांपैकीं स्टेव्हीनस हा गॅलिलीओ बरोबरच गतिशास्त्राचा पाया घालणारा म्हणून प्रसिद्ध आहे व गिलबर्टनें प्रथमतः शास्त्रीय पद्धतीनें चुंबकाचे गुणधर्म सिद्ध केल्यामुळें त्याचें नांव इतिहासांत अजरामर राहील.

स्टेव्हीनस हा सन १५४८ त जन्मला व निधनसमयीं त्याचें वय ७२ वर्षांचें होतें. त्यानें प्रथमतः एक विनघोड्याची जहाजाप्रमाणें शिडाच्या साहाय्यानें चालणारी गाडी तयार करून लोकांचें आपल्याकडे लक्ष वेधून घेतलें. त्या गाडीमध्यें २७ लोक बसवून शेव्हीजन शहरापासून पेटॉन शहरापर्यंत, त्यानें प्रवास करून त्या गाडीचा प्रयोग यशस्वी करून दाखविला. परंतु पुढें हा शोध तसाच राहिला. व त्यानें आपलें लक्ष दुसऱ्या बाजूकडे लावून आपली शोधक बुद्धि व्यक्त केली. त्यानेंच प्रथमतः तिर्यक् प्रेरणांचा प्रश्न समाधानकारक रीतीनें सोडवला व ' द्रवाचा दाब त्याच्या खोलीशीं सम प्रमाणांत असतो व याचा भांड्याच्या आकाराशीं कांहीं संबंध नसतो ' ह्या जलस्थितिशास्त्रांतील अत्यंत महत्त्वाच्या तत्त्वाचा शोध लावला.

तिर्यक् प्रेरणांबद्दलचे शोध त्यानें उतरत्या फलकाच्या साहाय्यानें लावण्यास सुरवात केली. यासाठीं त्यानें जो

प्रयोग केला तो अगदीं साध्या स्वरूपाचा होता. त्यानें सारख्या वजनाच्या गोळ्यांची एक माळ एका त्रिकोणास टांगून ठेविली. या त्रिकोणाचा पाया सम पातळींत असून त्याच्या दोन तिर्यक् बाजू २:१ या प्रमाणांत होत्या. स्टेव्हीनस यास असें आढळून आलें कीं लांब बाजूच्याकडे चार गोळे व लहान जास्त उतरत्या बाजूला दोन गोळे ठेवले असतां शक्तिसमता उत्पन्न होते. ही शक्तिसमता स्थिर असते. त्यानेंच स्थिर आणि अस्थिर शक्तिसमतांमध्यें प्रथम फरक दाखविला. या साध्या प्रयोगानें त्यानें स्थितिशास्त्राचा पाया घातला. याप्रमाणें त्यानें अनेक निरनिराळ्या दिशांनीं जाणाऱ्या तिर्यक्प्रेरणांबद्दल प्रयोग करून नियम बसविले. त्याचे आरंभींचे शोध १६०८ सालीं पुस्तकरूपानें प्रसिद्ध झाले. व एकंदर सर्व शोध१६३२ सालीं प्रसिद्ध झाले.

वरील स्थिर वस्तूंतील शक्तिसमतेच्या शोधाचा द्रवपदार्थीवरील दावाचा विचार करण्यासाठीं त्यानें उपयोग केला. एक पीप घेऊन त्याच्या तोंडावर एक उंच नळी घट्ट बसविली व दोन्हीहि पाण्यानें भरलीं तर नळींत पाणी भरून आपल्याला इतका दाव उत्पन्न करणें शक्य होईल कीं त्यामुळें तें पीप कितीहि भक्कम असलें तरी फुटून जाईल. ही पहाणाऱ्यास अद्भुत वाटणारी गोष्ट कशी घडून येते हें त्यानेंच प्रथम समजावून सांगितलें व असा सिद्धांत काढिला कीं द्रवपदार्थाचा दाव हा द्रवपदार्थाच्या उंचीशीं समप्रमाणांत असतो व त्याचा त्या एकंदर द्रवाच्या वजनाशीं कांहीं संबंध नसतो. याचें कारण असें कीं दावाखालील द्रवपदार्थ आसपासच्या सर्व पृष्ठभागावर सारखा भार टाकतो व हा भार पृष्ठभाग वाढवून वाटेल तितका वाढवतां येईल. याच तत्त्वाचा जलपीडनयंत्र (हायड्रॉलिक प्रेस) करण्याच्या कामीं उपयोग करतात. या दावासंबंधींचें तात्त्विक विवेचन पुढें तीस चाळीस वर्षांनंतर न्यूटनादि अनेक विद्वानांनीं केलें आहे परंतु त्याचा पाया स्टेव्हीनसनें बसविला असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

गॅलिलीओ व द्रवांतील शक्तिसमता.—गॅलिलीओनें द्रवपदार्थांत तरंगणाऱ्या पदार्थासंबंधीं बरेच प्रयोग केले. आर्किमीडिझचा या बाबतींतील सुप्रसिद्ध प्रयोग व शोध पूर्वी दिलाच आहे. परंतु त्या सिद्धान्ताकडे लोकांचें दुर्लक्ष होऊन तो विसरूनहि गेला होता व गॅलिलीओस पुन्हा प्रयोग करून लोकांचे जुने चुकीचे समज दूर करावे लागले. त्यानें स्वतःच लिहिलेल्या एका निबंधावरून त्या वेळच्या प्रचलित समजुती काय होत्या व तत्कालीन विद्वानांचीं मतें गॅलिलीओनें कशीं खोडून काढलीं हें कळून येतें.

'पाणी कोणत्याहि पदार्थाला आपल्यामध्यें येण्यास प्रतिबंध करतें व कोणताहि पदार्थ बुडेल किंवा तरेल हें ठरविण्यास हा प्रतिबंध हेंच गमक असतें अशी तत्कालीन कल्पना होती. ती खोडून टाकण्याचा त्यानें निश्चय केला. गॅलिलीओच्या मतें पाण्याच्या अंगीं प्रतिबंधक शक्ति मुळींच नसून वस्तु आपल्या स्वतःच्या वजनानेंच बुडतात अगर तरंगतात. हें मत ऑर्किमीडीझच्या तत्त्वाचेंच रूपान्तर आहे. परंतु एकाच पदार्थाच्या सारख्याच वजनाच्या पण निरनिराळ्या आकाराच्या दोन वस्तू आपण घेतल्या तर त्यांपैकीं एक बुडते व एक तरते असेंहि आपण कांहीं वेळां पाहतों. तर यांतील विरोधाचें स्पष्टीकरण गलिलीओनें कसें केलें असेल तें आपण पाहूं.

गॅलिलीओनें प्रथम एक लांकडाचा किंवा मेणाचा शंकु घेऊन दाखविलें कीं त्या शंकूचा खालचा भाग अगर वरचें टोंक यापैकीं कोणताहि भाग बुडालेला असला व शंकूचें टोंक पाण्याचा प्रतिबंध दूर करण्यास ज्यास्त समर्थ असलें तरी सारखेंच पाणी स्थानभ्रष्ट होतें.

आतां एक मेणाचा गोळा घेऊन तो पाण्यांत बुडेपर्यंत त्यांत शिशांचा चुरा भरला व तो मेणाचा गोळा पुन्हा तरावयास लावण्याकरितां आपण त्यास कांहीं बुचाचे तुकडे जोडले तर त्या मेणाच्या गोळ्यास कोणताहि आकार दिला तरी तितक्याच बुचाच्या तुकड्यांच्या साहाय्यानें तो पाण्यावर तरंगूं लागेल. म्हणजे त्या मेणाच्या गोळ्याचें तरणें किंवा बुडणें आकारावर म्हणजे पाण्याचें प्रतिबंधकत्व दूर करण्याच्या शक्तीवर अवलंबून नसून त्याच्या वजनावर अवलंबून असतें हें स्पष्ट होतें.

गॅलिलीओ म्हणतो, 'परंतु हे दोन प्रयोग माझ्या प्रतिपक्ष्यांची खात्री पटवूं शकत नाहींत. ते म्हणतात कीं आपण एक टेंबुर्णीचा फळा व चेंडू हीं पाण्यांत टाकलीं असतां एक तरंगतें व दुसरें पाण्यांत बुडतें, आणि त्या दोन्हीहि वस्तू एकाच लांकडाच्या व एकाच वजनाच्या असल्यानें आम्हीं म्हणतो तेंच बरोबर आहे. परंतु माझ्या मतें हे त्यांचे प्रयोग माझ्या म्हणण्याविरुद्ध जात नाहींत. प्रथम, चेंडू बुडतो व फळा तरंगतो हें म्हणणेंच खोटें आहे. कारण दोन्हीही वस्तु जर पाण्याच्या आंतमध्यें ठेवल्या तर दोन्हीहि बुडतील परंतु माझे प्रतिपक्षी फळा पाण्यावर ठेवतात परंतु पाण्यांत ठेवीत नाहींत; व त्याचा बराच भाग हवेंत राहिल्यानें आमच्या अटीविरुद्ध वागल्यासारखें होतें.

'तसेंच पाणी हें कोणतीहि वस्तु बुडण्यास प्रतिकार करितें व त्यामुळें ती वस्तु तरंगते ही जी त्यांची कल्पना आहे ती देखील माझ्या मतें चुकीची आहे. आपण अक्रोडाच्या झाडाच्या लांकडाचा फळा घेतला आणि टेंबुर्णीचा फळा घेतला व त्यापैकीं अक्रोडाचा फळा पाण्याच्या बुडाशीं ठेवला व टेंबुर्णीचा पाण्यावर ठेवला तर आपल्याला असें आढळून येईल कीं अक्रोडाचा फळा हळूहळू पाण्यावर तरंगूं लागेल. परंतु जड पाण्याच्या अंगीं प्रतिकार करण्याची शक्ति असेल तर ज्याप्रमाणें आमच्या प्रतिपक्ष्यांच्या मतें पाण्यानें टेंबुर्णीचा फळा आंत बुडूं दिला नाहीं त्याप्रमाणेंच, अक्रोडाचा फळा पाण्यातें वर येऊं द्यावयाचा नव्हता .कारण

प्रतिकार शक्ति ही दोन्ही ठिकाणीं असावयास पाहिजे. परंतु अक्रोडाचा फळा अगर अक्रोडाचा कोणताहि पदार्थ ह्या वर येतोच. तेव्हां आमच्या प्रतिपक्ष्यांचें म्हणणें चुकीचें आहे.

'आतां आपण एक सोन्याचा किंवा रुप्याचा पत्रा अगर टेंबुर्णीचा फळा घेऊन तो अलगत पाण्यांत बुडवूं. आपणाला असें आढळून येईल कीं थोडासा भाग पाण्यामध्यें गेल्यावर तो तरंगत रहातो. वास्तविक पहातां जर पाण्यापेक्षां सोनें जड आहे तर तो पत्रा बुडावयास पाहिजे होता. परंतु तो बुडतांना कांहीं पाणी वर येऊन त्याच्या बाजूला भिंतीसारखें बसतें व त्यामुळें झालेल्या खोलग्यांत तो फळा किंवा पत्रा राहतो. परंतु तो जर जड आहे व पाण्याचा प्रतिबंध दूर करून कांहींसा खोल जातो तर तेथेंच न थांबतां खालीं कां जात नाहीं याचें उत्तर असें कीं, पाण्यामध्यें तो थोडा तरी बुडाला याचें कारण तो भाग बुडतांना जें पाणी त्याच्या खालून दूर होऊन त्याच्या बाजूला आलें त्या भागावरची हवा तेथें असल्यानें ती हवा व तो फळा दोन्हीही मिळून बुडाले व त्या दोहों मिळून पाण्यापेक्षां कमी विशिष्ट गुरुत्व असलेला पदार्थ बनला. आतां त्या फळ्याखालील जर आपण हवा काढली (व ती फळ्याचा भाग पाण्यानें धुतला तर काढतां येईल) तर हें पाणी हवा व फळ्यामध्यें आल्याकारणानें, फळा ह्या तावडतोब खालीं जाईल. परंतु माझे प्रतिपक्षी म्हणतील: कीं फळा पाण्यानें धुणें हें आमच्या अटीविरुद्ध आहे कारण पाण्यानें फळा धुतला तर फळा जड होतो व ह्यामुळें फळा बुडतो. यावर माझें उत्तर असें आहे कीं कोणतीहि वस्तु पाण्यांत ठेवली असतां ओली झाल्याशिवाय रहात नाहीं. शिवाय आपण चेंडूविषयीं जें केलें तेंच मी फळ्याला लागू करीत आहे. शिवाय, धुतांना जें पाणी फळ्याला चिकटलें त्याच्यां वजनामुळें फळा बुडतो हें खोटें आहे कारण फळ्यावर आपण पंधरा वीस थेंब टाकले तर फळा बुडत: नाहीं असें आढळून येईल.

'परंतु फळा आपण जरधुऊन काढला व पाण्यावर ठेवला तर फळा बुडून जाईल; कारण त्याला हवेचा प्रतिकार होणार नाहीं. शिवाय पाण्यानें पदार्थाचें वजन वाढतें हे म्हणणें खोटें आहे. कारण पाण्याला पाण्यामध्यें वजन नाहीं. आतां जर कोणी असें म्हणेल कीं पितळ हें पाण्यांत टाकलें असतां बुडतें परंतु त्याची वाटी केली असतां बुडत नाहीं व याचें कारण वाटीचा आकार हें होय तर तें चुकीचें आहे. कारण ज्या वेळीं आपण वाटी पाण्यांत सोडतों त्या वेळीं नुसती पितळ पाण्यावर ठेवीत नसून वाटी व आंतील हवा अशीं दोन्ही मिळून पाण्यावर ठेवतों. तेव्हां पत्रा आपल्या आकारामुळें तरंगतो हें म्हणणें चुकीचें आहे.

'कांहीं लोकांनां हवा ही या पदार्थांनां तरंगावयास लावते हें माझें मत विचित्र वाटतें व त्यांच्या मतें हवेला ह्या मीं एक चुंबकत्वासारखा नवाच गूण चिकटवीत आहे. परंतु मी तें प्रयोगानें सिद्ध करून देतों. आपण एक मेणाचा गोळा घेऊं व तो पाण्यांत हळू हळू बुडेल इतकेंच शिसें त्यांत घालूं व पाण्यांत तो तुकडा ठेऊं. तुकड्याचा बहुतेक सर्वभाग बुडेल व अत्यंत थोडा भाग वर राहील. त्याचा व हवेचा संयोग राहील तेथपर्यंत तो पाण्यावर राहील पण पाण्याचा एक थेंब त्या भागावर टाकला तर त्याचा व हवेचा संयोग मोडून तो तुकडा पाण्यांत बुडेल. आतां त्याला पुन्हा वर आणावयाचा असल्यास एक प्याला त्यांतील हवा बाहेर जाऊं न देतां उलटा करून पाण्यांत बुडवूं, व त्या प्याल्यांतील हवा त्या तुकड्यापर्यंत पोहोंचवूं, नंतर हळूच प्याला वर उचलावयास लागूं. आपणांस असें आढळून येईल कीं तो तुकडा हळू हळू वर येऊन पाण्यावर तरंगूं लागेल."

ह्या गॅलिलीओच्या मतांत सत्य व असत्यहि आहे. प्रथमतः पाण्याचे अंगीं प्रतिकारशक्ति नाहीं हें म्हणणें खोटें आहे परंतु गॅलिलीओ ज्या अर्थानें त्याचा उपयोग करतो त्या दृष्टीनें त्याचें म्हणणें खरें आहे. कारण त्याचें म्हणणें असें कीं, पाण्याची प्रतिकार शक्ति हें, वस्तु बुडते किंवा तरंगते हें ठरविण्याचें मुख्य साधन नव्हे. तथापि एखाद्या चपटया वस्तूच्या तरंगण्याला पाण्याची प्रतिकार शक्ति अगदींच उपयोगी नाहीं असें म्हणतां यावयाचें नाहीं. अर्वाचीन पदार्थविज्ञानशास्त्रवेत्ते ह्याचें कारण द्रवांतील पृष्ठभागतन्यता हें आहे असें म्हणतात. सारांश गॅलिलीओचे हवेच्या मिश्रणासंबंधींचें म्हणणें चुकीचें आहे. त्यानें केलेले प्रयोग फारच बिनचूक रीतीनें केलेलें आढळून येतात. तरीपण त्यावरून काढलेलीं अनुमानें बरोबर नव्हतीं.

विल्यम गिलबर्ट आणि चुंबकत्व.—गॅलिलीओचे आणि स्टेव्हीनसचे शोध मुख्यतः गुरुत्वाकर्षणशक्तीसंबंधाचे होते. याच वेळीं त्याच्याच योग्यतेच्या गिलबर्ट नांवाच्या एका इंग्लिश तत्वज्ञानें पार्थिव चुंबनाच्या संबंधानें संशोधन चालविलें होतें. बेकन सोडल्यास गिलबर्ट ह्या एलिझाबेथ राणीच्या वेळचा अतिशय प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ होऊन गेला. तो अनेक वर्षें राजवैद्य होता व एलिझाबेथनें त्याला पेन्शन दिल्यावर त्यानें आपलें सर्व वित्त संशोधनाकडे खर्च केलें. रसायनशास्त्रामधील त्याचे शोध महत्वाचे होते असें ह्मणतात पण ते आज आपल्याला माहीत नाहींत. तरी पण हॅलमनें म्हटल्याप्रमाणें त्याचा 'डी मॅग्नेरे' ह्या एकच ग्रंथ त्याची कीर्ति अजरामर करण्यास पुरे आहे यांत शंका नाहीं. तो प्रसिद्ध झाल्यापासून त्या वेळच्या विद्वानांच्या मनावर त्यानें अतिशय परिणाम केला. गॅलिलीओनें त्या पुस्तकाची फार स्तुति केली. डॉ प्रीस्टलेनें तर या ग्रंथकर्त्यास 'विद्युच्छास्त्राचा जनक' असें म्हटलें व बेकननेंहि त्याच्या सिद्धांताची नव्हे तरी त्याची बरीच स्तुति केली. परंतु आश्चर्याची गोष्ट ही कीं अगदीं थोडया वर्षांपूर्वी गिलबर्टच्या पुस्तकाचें इंग्रजीमध्यें भाषांतर झालें नव्हतें. या दुर्लक्ष्यामुळें त्याच्या चुंबकत्वाविषयींच्या अतिशय महत्वाच्या शोधांनां पुष्कळ शतकेंपर्यंत शास्त्रज्ञांनां मुकावें लागलें. पृथ्वी, ह्या एक

मोठा लोहचुंबक आहे हें तत्व प्रथमतः गिलबर्टनेंच सांगितलें. शिवाय या लोहचुंबकाच्या सुईच्या टोकांनां त्यानें उत्तरध्रुव व दक्षिणध्रुव हीं नावें दिलीं. मात्र हीं त्याचीं नावें सध्याच्या उलट होतीं. त्यानेंच प्रथम 'विद्युच्छक्ति,' 'विद्युत्प्रकाश' 'विद्युदाकर्षणशक्ति' अशीं नावें प्रचारांत आणलीं. गिलबर्टनें केलेले शोध क्रांतिकारक होते, यांत शंका नाहीं व जरी त्यांतील थोडे फार शोध चुकीचे ठरले तरी पण त्यानें केलेले प्रयोग नवीन क्षेत्रांतील होते. डॉ. राबिनसन म्हणतो त्याप्रमाणें, त्यानें केलेली कामगिरी त्याच्या काळच्या इतर विद्वान लोकांच्या कामगिरीपेक्षां जास्त ज्ञान देणारी होती.

आपल्या ग्रंथाच्या प्रस्तावनेंत गिलबर्ट म्हणतोः "ज्याअर्थी गूढवस्तूंच्या व गूढकारणांच्या संशोधनामध्यें, तत्वज्ञाच्या तार्किक अनुमानापेक्षां खात्रीलायक प्रयोगावरूनच बलवत्तर कारणें सांपडतात त्या अर्थी आमची माता पृथ्वीरूपी जो मोठा लोहचुंबक त्याबद्दलचें निश्चित अनुमान करण्यासाठीं व पृथ्वीमधील अनेक विलक्षण व गूढ शक्तींच्या शोधासाठीं आम्ही प्रथम दगडाच्या लहान लोहधर्मी वस्तूंपासून व लोहचुंबी वस्तूंपासून व प्रत्यक्ष अशा पृथ्वीच्या भागापासून सुरु करून नंतर लोहचुंबकांचे मोठे प्रयोग व पृथ्वीच्या पोटांतील भागावरचे प्रयोग करण्याचें ठरवलें आहे." पृथ्वी हा एक मोठा लोहचुंबक आहे असें सिद्ध करण्यापूर्वी गिलबर्टनें प्रत्येक लोहचुंबकाला ठरीव ध्रुव असतात असें सिद्ध केलें. त्यानें एक लोहचुंबक घेऊन त्याला चरकावर धरून तो वर्तुळाकार केला व त्यास लहान पृथ्वी असें नांव दिलें. तो म्हणतो 'हा लोहचुंबक हातांत घेऊन एक सुई अगर लोखंडाची तार त्यावर ठेवा. त्या सुईची अगर तारेचीं दोन्हीं टोंकें थोडावेळ मध्यबिंदूभोंवती फिरून एका ठिकाणीं थांबतील. नंतर तो मध्यबिंदु बदलून दुसरा घ्या व पुन्हां तार त्याभोंवती फिरून एका ठिकाणीं उभी राहील ती जागा लक्षांत ठेवा, व पुन्हां मध्य बदला. अशा रीतीनें पांच सातदां मध्य बदलून प्रत्येक खेपेस ती तार कोठें थांबते त्या ठिकाणीं रेषा काढा. अशा रीतीनें या रेषा याम्योत्तरवर्तुळें (मेरिडियन सर्कल्स) दाखवतील व तीं सर्व त्या दगडाच्या अगर लोहचुंबकाच्या ध्रुवांच्या ठिकाणीं मिळतील.' गिलबर्टनें लोहचुंबक पाण्यावर तरंगत ठेवून असें निरीक्षण केलें होतें कीं, पृथ्वीच्या आकर्षण शक्तीमुळें त्याचे ध्रुव हे दक्षिणोत्तर रेषेंत आले म्हणजे थांबतात. या व अशा अनेक प्रयोगांनीं त्यानें असें खात्रीलायक अनुमान केलें कीं पृथ्वी हा एक मोठा लोहचुंबक आहे. या त्याच्या शोधाचें महत्त्व त्या वेळच्या अनेक विद्वानांनीं लोहचुंबकासंबंधीं कशीं चुकीचीं विधानें केलीं होतीं तें पाहिलें असतां कळून येईल. तसेंच गिलबर्टनें चुंबकसूचिपतन (डिपिंग आफ दि नीडल) शोधून काढण्यासाठीं अनेक प्रयोग केले व या सूचिपतनाचें कारण पृथ्वीचें लोहचुंबकत्व आहे असें त्यानें सिद्ध केलें. गिलबर्टनें हें सूचिपतन लंडन येथें ७२ अंश आहे असें दाखविलें यानंतर आठवर्षांनीं हुडसन यानें ७५ अंश २२ कला या उत्तर अक्षांशावर ८९ अंश ३० कला सूचीपतन असल्याचें प्रतिपादन केलें व यानंतर दोनशेंवर्षांनीं १८३१ मध्यें सर जेम्स रॉस यानें ७० अंश ५ कला उत्तर अक्षांश व ९६ अंश ४३ कला पश्चिम रेखांशावरील सूचिपतन निश्चितपणें काढलें. गिलबर्टचें अनुमान थोडेंफार चुकीचें असलें तरी त्याच्या शोधाचें महत्त्व कमी होत नाहीं.

त्याच्या दुसऱ्या अनेक शोधांकडे पाहिलें असतां त्याला शास्त्रज्ञांमधील मिळालेलें उच्चस्थान कसें यथार्थ होतें तें दिसून येईल. त्यानेंच प्रथमतः चुंबकत्व व विद्युत यांमधील भेद दाखविला. त्यानेंच प्रथम 'जागृतविद्युत' पदार्थ म्हणजे काय तें शोधून काढलें. विद्युत जागृत कशी करावी तें दाखविलें व ही जागृत झालेली विद्युत कांहीं वेळ रेशिम वगैरे वस्तु त्या पदार्थाला गुंडाळून प्रवहणप्रतिबद्ध करून धरून कशी ठेवावी हें दाखविलें. तथापि त्याला विद्युत् पात्रांतराची कल्पना स्पष्टशी झालेली नसावी. पहिलें विद्युद्यंत्र यानेंच तयार केलें, तसेंच त्यानें प्रथमच चुंबकत्वमापक तयार केला व विद्युद्दर्शक यंत्र तयार केलें. याला होऊन गेल्याला तीनशें वर्षांच्या वर वर्षें होऊन गेलीं तरी लोखंडाचा चुंबक बनविण्याची त्याची रीत अद्यापिहि प्रचारांत आहे.

तसेंच त्यानें गंधक, रसकापूर, कांच, वगैरे बरेच जिन्नस हे हलक्या वस्तूंनां आकर्षून घेतात असें सिद्ध केलें. विद्युत् उत्पन्न होण्याच्या बाबतींत, हवेचा परिणाम फार होतो व कोरडी हवा ही विद्युदुत्पत्तीला पोषक नसून ओलसर हवा पोषक आहे असें सिद्ध केलें. गॅलिलीओनें या पहिल्या शास्त्रवेत्याबद्दल गाईलेली स्तुति यथार्थ आहे. तो म्हणतो 'मी या ग्रंथकाराचा (गिलबर्टचा) हेवा करतों. त्याची अनेक शोधांबद्दल झालेली स्तुति अगदीं योग्य आहे असें मला वाटतें.'

प्रकाश, उष्णता व वातावरणाचा दाब —गिलबर्टनें जरी अनेक बाबतींत शोध लावले होते तरी त्याचें विद्युत् व चुंबकत्व या बाबतींत वैशिष्ट्य दिसून येत होतें. पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील हा पहिलाच विशिष्ट शाखाध्यायी समजला जातो. त्यावेळचें शास्त्रीय ज्ञान एकंदर फारसें वाढलें नसल्यामुळें तें सर्व ज्ञान ग्रहण करणें एखाद्या शास्त्रज्ञाच्या आवाक्याबाहेर गेलेलें नव्हतें. त्यामुळें त्यावेळचे पुष्कळ शास्त्रज्ञ अनेक शाखांत शोध लावीत असत. गॅलिलीओनें पदार्थविज्ञानशास्त्रामध्यें जसे महत्त्वाचे शोध लावले त्याच प्रमाणें, ज्योतिःशास्त्रांतहि लावले. प्रसिद्ध ज्योतिःशास्त्रज्ञ केप्लरनेंहि निरनिराळ्या शाखांमध्यें शोध लावले. विशेषतः पदार्थ विज्ञानशास्त्रामध्यें त्यानें प्रकाशाच्या वक्रीभवनासंबंधानें शोध लावले. त्याच्या पूर्वी, टॉलेमीनें व अल्हाझेन या अरब शास्त्रज्ञानें या प्रकाशवक्रीभवनाच्या अभ्यास केला होता.

केप्लरनें त्यासंबंधानें प्रयोग करून एका माध्यमांतून दुसऱ्या माध्यमांत जातांना प्रकाशाची दिशा कशी बदलते याचा नियम शोधण्याचा प्रयत्न केला. त्यानें असें सिद्ध केलें कीं प्रकाशाचा किरण कांचेंतून जात असतां बाहेर पडावयाच्या पृष्ठभागाशीं ४५ अंशापेक्षां अधिक कोन करीत असेल तर तो बाहेर पडण्याऐवजीं पूर्णपणें वक्रीभवन पावून परत फिरेल. हें वक्रीभवन निरनिराळ्या पदार्थांतून किरण जातांना निरनिराळ्या प्रकारानें होतें. ही गोष्टहि त्याच्या लक्षांत आली होती. व एकाच पदार्थाच्या बाबतींत आपतन कोनाच्या मानानें वक्रीभूत प्रकाशांतहि फरक पडतो ही गोष्ट त्यास ज्ञात होती. तथापि वक्रीभवनाचा नियम त्याला पूर्णपणें सिद्ध करतां आला नाहीं.

तो नियम पुढें १६२१ सालीं स्नेल नांवाच्या डच विद्वानानें व नंतर थोड्या काळानें डेकार्टनें सिद्ध केला. तो नियम असाः 'आपतन कोनाची ज्या व वक्रीभवन कोनाची ज्या यांमध्यें ठरीव प्रमाण असतें.' गॅलिलीओनें देखील या प्रकाशासंबंधीं बरेच परिश्रम केले होते पण त्यानें यासंबंधीं विशेष शोध लावले नाहींत. तथापि त्यानें उष्णतेसंबंधीं अभ्यास करून उष्णमान मापक यंत्र तयार केलें. त्यांत द्रव पदार्थ उष्णतेनें वाढतात या तत्त्वाचाच उपयोग केला होता पण त्या द्रव पदार्थावर हवामानांतील फेरबदलाचाहि थोडासा परिणाम होत असे. त्यामुळें त्याचें यंत्र निर्दोष नव्हतें.

टॉरीसेलीच्या प्रयोगानंतर फ्लॉरेन्सच्या अॅकॅडेमिया डेल सिमेन्टोनें त्याच्यांत पुष्कळ सुधारणा केली. व त्यानंतर ह्यायगेंझ यानें पाण्याचे उत्क्वथन व द्रावण बिंदु निश्चित करून उष्णमानमापनपद्धति निश्चित केली.

टॉरिसेली (१६०८-१६४७).—आपल्या आयुष्याच्या शेवटच्या भागामध्यें गॅलिलीओनें टॉरिसेली नांवाच्या एका विद्वानाला आपल्या कुटुंबांत शिष्य या नात्यानें बाळगलें होतें. व त्या शिष्यानें आपल्या गुरूच्या योग्यतेला साजेल अशीच कामगिरी केली. त्यानें मोठे महत्त्वाचे शोध लावले. परंतु ज्यावेळेस निर्वात जागेमुळें झाल्याप्रमाणें दिसणारें शोषण हें वास्तविक शोषण नसून, हवेच्या दावाचा तो परिणाम आहे हा शोध त्यानें केला, त्या वेळेस हा शोध गॅलिलीओकडून लावला गेला नाहीं यावद्दल तो फार हळहळला. व ही कृतज्ञता बुद्धि, लॅफेभर म्हणतो त्याप्रमाणें खरोखरच, त्याच्या बुद्धिमत्तेपेक्षांहि कौतुकास्पद आहे. टॉरिसेलीनें हा शोध १६४३ मध्यें लावला.

गॅलिलिओनें निर्वात केलेल्या नळींत पाणी ३३ फुटांपेक्षां अधिक चढत नाहीं असें दाखविलें होतें. परंतु त्याचें कारण मात्र त्याला समाधानकारक रीतीनें सांगतां आलें नव्हतें. टॉरिसेलीनें असें सप्रयोग सिद्ध केलें कीं ही पाण्याची उंची हवेच्या मानानें पाण्याचें जें वजन असेल त्यावर अवलंबून असते. व कोणताहि द्रव पदार्थ विशिष्ट उंचीपर्यंत याप्रमाणें चढूं शकेल. उदाहरणार्थ, पाण्याच्या १३ पट घन असलेला पारा पाण्याच्या एक तेरांश म्हणजे ३० इंच उंचीवर चढेल. अशा रीतीनें कोष्टक घालून त्यानें प्रयोग करून पडताळा पहाण्यास सुरवात केली. त्यानें एक नळी पाऱ्यानें भरून एका पाऱ्याच्या भांड्यामध्यें उलटी केली. त्या नळींतील पारा खालीं पडूं लागला पण ३० इंच उंचीपर्यंत येतांच स्थिर राहिला. याचें कारण भांड्यांतील पाऱ्यावरील हवेचा दाब हें होय. या शोधामुळें जुन्या पुराण्या सर्व सिद्धांतांना एकदम धक्का बसला.

पुष्कळ लोकांना हवेचें घनत्व निरनिराळ्या ठिकाणीं बदलतें हें ठाऊक होतें. त्यांना कांहीं ठिकाणीं हवा जड व कांहीं ठिकाणीं हलकी लागते असें वाटत असे. अर्थातच निरनिराळ्या हवेच्या ठिकाणीं पारदस्तंभाची उंची कमी जास्त होणें हें स्वाभाविकच होय व प्रयोगांतीं तसें सिद्धहि झालें. आणि ही उंची मोजण्यासाठीं त्या नळीवर रेघा मारण्याचेंच उरलें व तें टॉरीसेलीनें केल्यावर त्याचें वायुभारमापक यंत्र पूर्ण झालें. अर्थातच इतकीं क्रांतिकारक तत्त्वें समाजाला पटणें शक्य नव्हतें व त्यावर प्रचंड वादविवादहि झाले. परंतु प्रतिपक्ष्यांचीं कारणें फारच लंगडीं पडलीं. १६४८ मध्यें पास्कलनें असें सुचविलें कीं, हा शोध खरा असल्यास आपल्याला तो डोंगरावर जाऊन सिद्ध करतां येईल. आणि ज्या अर्थी डोंगरावर हवा पातळ असते त्याअर्थी पारदस्तंभाची उंची वर चढत असतां हळू हळू कमी होत जाईल व जसजसे आपण खालीं खालीं घन हवेमध्यें येऊं तसतशी ती उंची वाढत जाईल. तशा रीतीचा प्रयोग ऑव्हरन येथील प्यूडीडोम या पर्वतावर करण्यांत आला व तो यशस्वी झाला. यामुळें हा नवीन शोध पक्का होऊन जुनीं तत्त्वें पार ढांसळलीं. हा पारदस्तंभ उंची मोजण्याचें साधन म्हणून उपयोग करतां येईल अशी कल्पना सुचली व हल्लीं ती सर्वत्र प्रचारांत आहे. चलज्जलशास्त्रामध्येंहि त्यानें एक शोध लावला. तो हा कीं एखाद्या भांड्यांतील पाण्याच्या पृष्ठभागाइतक्या उंचीवर असणारी एखादी वस्तु पडत असतांना एका विशिष्ट जागीं येईपर्यंत तिला जितका वेग येईल तितकाच वेग त्याच ठिकाणीं त्या भांड्यास छिद्र असेल तर त्यांतून बाहेर निघणाऱ्या पाण्यास असेल. हा शोध द्रव पदार्थांची गति समजण्याच्या कामीं फार महत्त्वाचा होता. तसेंच जर कांहीं वस्तू एकमेकांशीं अशा रीतीनें संलग्न असतील कीं त्या गतियुक्त असतांना देखील त्यांचा गुरुत्वमध्यबिंदु स्थिर राहील तर त्या वस्तु समतोल असतात हाहि महत्त्वाचा यंत्रशास्त्रांतील शोध त्यानें लावला. तसेंच त्यानें सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत व दुर्बिणीमध्यें बरीच सुधारणा केली. व साध्या एका कांचेच्या गोळीचें सूक्ष्मदर्शक यंत्र तयार केलें. १६४४त चक्राभासाचे (सायक्लॉइड) गुणधर्म व त्याच्या क्षेत्रफळा इतका चौरस काढण्याच्या रीतीवर एक निबंध त्यानें प्रसिद्ध केला. हा निबंध प्रसिद्ध होतांच जीलिस राबर्व्हल (१६०२-१६७५) यानें आपला शोध चोरल्याचा

त्याच्यावर आरोप ठेवला. त्यावर बराच वादविवाद चालला. इतक्यांत टॉरिसेलीला तापानें पछाडून तो वारला. रावर्व्हल यानें जरी वरील रीत टॉरिसेलीच्या पूर्वी शोधून काढली असली तरी टॉरिसेलीनेंहि ती स्वतंत्रपणें शोधून काढली होती असें म्हणवयास हरकत नाहीं.

पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील गॅलिलीओनंतरचे शास्त्रज्ञ.—गॅलिलीओनंतर बॉइल, हायगेंझ, व्हॉन गेरिक आणि हूक इत्यादि ज्या शास्त्रज्ञांनीं स्वतंत्र रीतीनें शोध लावून पदार्थविज्ञानशास्त्राबद्दलच्या माहितींत भर घातली त्यांच्या अनेकविध प्रयत्नांचा आतां विचार करूं. या लोकांनीं त्यावेळीं ज्ञात असलेल्या पदार्थविज्ञानशास्त्राच्या सर्व शाखांत शोध केले व कांहींनीं पुढील शतकांत लागलेल्या महत्त्वाच्या शोधांच्या अंधुक कल्पना सुचविल्या.

राबर्ट बॉइल (१६२७—९१).—बॉइल हा किमयेचा फार भोक्ता होता. त्यानें धातूंचें सोनें वगैरे बनविण्याबद्दलचे खूप प्रयत्न केले होते. परंतु एवढ्यावरच तो थांबला नाहीं; तर त्यानें पदार्थविज्ञानशास्त्रामध्येंहि बरेच शोध लावले. वॅलिस व रेन सारख्या शास्त्रज्ञांची व त्याची मैत्री असल्याकारणानें ऑक्सफर्ड येथें त्यांच्या नेहमीं बैठकी होत असत, व ते एकत्र प्रयोग करीत असत. अशा प्रकारचे छोटे छोटे शास्त्रज्ञांचे संघच रॉयल सोसायटीच्या स्थापनेला कारणीभूत झाले. ऑक्सफर्ड येथें असतांनाच मुख्यतः त्यानें वाताकर्षक यंत्र शोधून काढलें.

हवेचा दाव सिद्ध करण्यासाठीं त्यानें फार गमतीचे प्रयोग केले. तो म्हणतो, "तीन लहान कांचेचे फुगे घेऊन त्यांस मी इतक्या लांबीचे दांडे ठेविले कीं त्यांचें वजन अशा बेतानें व्हावें कीं वजनामध्यें किंचित्हि फरक झाला असतां ते पाण्यांत वर किंवा खालीं जावे. असे फुगे घेऊन हवा सोईस्कर असतांनाते मीं चांगल्या मोठ्या तोंडाच्या कांचेच्या भांड्यांत ठेवले. व मला असें आढळून आलें कीं कित्येक दिवसपर्यंत ते पाण्यामध्यें बरेच वर रहात; कित्येक दिवस ते खालीं जात व पुनः कित्येक दिवस ते वर येत; आणि कांहीं वेळां ज्याप्रमाणें हवा उष्ण अगर थंड असेल त्याप्रमाणें ते वर खालीं होत असत.

अशा रीतीचे प्रयोग करतां करतां त्याला 'गुरुत्वमूलक वायुभारमापक' (स्टॅटिकल बॅरॉमीटर) यंत्राची कल्पना सुचली. त्यानें या शोधाबद्दल असें म्हटलें आहे "एक मोठा, पातळ व हलका कांचेचा फुगा घेऊन तो मी ताजव्यांत ठेवला व दुसऱ्या बाजूच्या पारड्यांत तितक्याच वजनाचीं वजनें ठेवलीं. तो ताजवा मी चांगल्या हवामापक यंत्राजवळ ठेवला. या हवामापक यंत्रामध्यें होणारे सूक्ष्म फेरफार ताजवा जरी दाखवीत नसे तरी पारदस्तंभांत एकअष्टमांश इंच फरक झाला असतां हा ताजवा तो फरक दाखवीत असे.' अशा प्रकारचा केवल गुरुत्वमूलक वायुभारमापक मिळाल्यामुळें बॉइलसारख्या सुपीक डोक्याच्या माणसाला त्याचा वाटेल तितका उपयोग करून घेतां आला. या फायद्यांपैकीं मुख्य फायदा म्हणजे पर्वताच्या शिखराची उंची मोजणें हा होय.

दुसऱ्या एका प्रयोगामुळें त्यानें एका चौरस इंचावर वायूचा दाव किती असतो हें शोधून काढलें. पुष्कळशा श्रमानें त्यानें असें शोधून काढलें कीं, एक घन इंच पाण्याचें व पाऱ्याचें वजन जवळ जवळ १: १४ या प्रमाणांत असतें; व इतर प्रमाणांवरून गणना करून त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, वायुभारमापकामध्यें पारा ज्या वेळीं ३० इंच उंच असतो त्या वेळेस त्याच्या शेजारील पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील एका चौरस इंचावरील हवेचा दाव वजनी १५ पौंड असतो. समुद्राच्या पृष्ठभागावरील चौरस इंचावर १४.७३०४ पौंड वजन असतें असें आतां सिद्ध झालें आहे. त्यावरून बाइलचें अनुमान फारसें चुकीचें नव्हतें असें दिसून येईल.

अशा रीतीनें हवेसंबंधानें पुष्कळ प्रयोग केल्यावर बॉइलला असें वाटूं लागलें कीं, हवेमध्यें पुष्कळच गुणधर्म असून इच्या सारखी अनेक भिन्न गुणधर्मांनीं युक्त अशी वस्तु जगामध्यें दुसरी नाहीं. सांसर्गिक रोग हवेमुळें पसरतात असें त्याचें मत होतें; व धरणीकम्पासारखे कम्प हे पृथ्वींतील विषारी वायू बाहेर टाकून रोग पसरवितात असें त्याचें मत असे.

धातूच्या भस्मीकरणांमध्यें अथवा प्राणिद तयार होण्यांत हवेचा कांहीं तरी भाग असावा असें त्याला वाटत होतें. व हें पुढें अठराव्या शतकांत लाव्हाझिए यानें सिद्ध केलें. अर्थात् त्या वेळच्या त्याच्यां कल्पना अस्पष्ट होत्या. तसेंच हिराकसाच्या भस्मापासून जे निरनिराळे क्षार निघतात त्याचें कारणहि हवाच असली पाहिजे असें त्याचें मतहि खरें होतें.

बॉइल जरी अशा रीतीचें सूक्ष्म निरीक्षण करणारा होता तरी पण त्याच्या वेळीं सामान्यतः दिसून येणारा दोष त्याच्या मध्येंहि होता. तो हा कीं ऐकिव गोष्टींवर तो फाजील विश्वास ठेवीत असे. उदाहरणार्थ, त्यानें असें ऐकलें होतें कीं, एकदां रिकाम्या झालेल्या एका कथलाच्या खाणींतच माती लोटून ठेवल्यावर २५ वर्षांनीं तींत पुन्हां धातू उत्पन्न झाली. त्यावरून ह्या धातू पुनः उत्पन्न होण्यांत हवेचें कार्य आहे असें त्यानें अनुमान केलें.

बॉइल हा किमयाशास्त्रज्ञ होता व त्याला धातूंमध्यें जीव (स्पिरिट) असून त्यांनां अदृश्य असे कांहीं गुण असतात असें तो मानीत असे. तसेंच कोणत्याहि विषयाबद्दलचा फाजील उत्साह त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांच्या ठिकाणीं दिसून येत असे व बॉइलहि त्याला अपवाद नव्हता. त्यानें हवेच्या गुणधर्मांबद्दल पुष्कळ शोध लावले असल्याकारणानें प्रत्यक्ष प्रयोगानें सिद्ध न करतां येण्यासारखे असेहि अनेक गुणधर्म हवेंत आहेत असें तो मानीत असे.

त्यानें रंगाबद्दलहि कांहीं शोध लावले पण ते वरील शोधांपेक्षां कमी महत्त्वाचे होते. तथापि या प्रयोगांवरून देखील

तो तत्कालीन शास्त्रज्ञांच्या किती पुढें होता हें दिसून येईल. त्यावेळच्या शास्त्रज्ञांची अशी कल्पना होती कीं, रंग हा 'अंतःप्रवेश करण्याच्या गुणानें' युक्त असा आहे. व तो पदार्थांच्या अंतःस्थ भागापर्यंतहि पोंचतो. व याचें उदाहरण ते सील करण्याच्या लाखेचें देत असत. या लाखेला रंग दिला असतां त्यांतील प्रत्येक कणावर देखील तो रंग असतो असें तें सिद्ध करून दाखवीत असत. हा सिद्धांत खोटा आहे असें सिद्ध करण्यासाठीं बॉइलनें एक दोन प्रयोग करून दाखवले. त्यांवरून निष्प्रभ वस्तूंचा रंग तरी पृष्ठभागावरच असतो असें त्यानें सिद्ध केलें.

पोलादाला पाणी देतांना त्यावर निळा, तांबडा, पिंवळा इत्यादि अनेक रंग येतात. पण पृष्ठभागाच्या आंत केंसभरहि अंतरावर ते आढळत नाहींत हें त्यानें दाखविलें. यावरून अपारदर्शक वस्तूंच्या बावतींत तरी रंग फक्त पृष्ठभागावरच राहतो हें त्यानें सिद्ध केलें.

तो म्हणतो 'कोणतेंहि एखादें विशिष्ट उदाहरण घेण्यापूर्वी आपण एक गोष्ट प्रथम ध्यानांत ठेवणें जरूर आहे. व ती ही कीं एखाद्या विशिष्ट तऱ्हेनें प्रकाश दाखवणारा, वस्तूंच्या ठिकाणीं असणारा, रंग हा एक गुणधर्म आहे; अथवा, चक्षुरिंद्रियावर विशिष्ट तऱ्हेनें पडून अमुक एक प्रकारच्या रंगाची भावना करून देणारा प्रकाश म्हणजेच रंग होय. यापैकीं दुसरीच गोष्ट जास्त खात्रीलायक वाटते.

रंगाचें मूळ कारण शोधून काढण्याच्या उद्देशानें गुळगुळीत आणि खरबरीत अशा वस्तूंवर प्रयोग करीत असतां, एकाच दगडाच्या गुळगुळीत आणि खरबरीत तुकड्यामध्यें रंगाच्या बावतींत अंतर कसें असतें हें त्यानें सूक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्यानें दाखवून दिलें. तसेंच मखमलीच्या कापडाच्या एका भागावर एका व दुसऱ्या भागावर दुसऱ्या रीतीनें हात फिरवला तर त्या भागावरील लव प्रकाशाच्या अगर डोळ्याच्या दृष्टीनें निराळ्या स्थितींत असल्याकारणानें त्या मखमलीच्या कापडाचा रंगहि भिन्न भिन्न तऱ्हेचा दिसून येतो. तसेंच पिकलेल्या धान्याच्या कणसांच्या बावतींत वाऱ्यानें दबलेलीं कणसें व सरळ उभीं कणसें यामध्यें रंगाच्या बावतींत अंतर दिसून येतें. कारण कांहीं कणसांनां वारा दावींत असल्यानें त्यांच्यावर अधिक प्रकाश पडतो. तथापि याचे रंगासंबंधींचे शोध त्याच्याच देशबांधवाकडून म्हणजे न्यूटनकडून लागलेल्या शोधांपुढें फिके पडले.

विद्युत्संबंधीं गिलबर्टनें केलेल्या शोधांचीच परंपरा बॉइलनें पुढें चालविली. विद्युज्जागृत पदार्थांच्या यादींत त्यानें आणखीहि थोडीशी भर घातली. त्यानें अनेक तऱ्हेनें प्रयोग करून असा महत्त्वाचा शोध लावला कीं अंबर हा घर्षण बंद झाल्यावर देखील कांहीं काळ इतर वस्तूंनां आकर्षण करूं शकतो.

मॅरिअट.—एडमे मॅरिअट (मृत्यु–१६८४) हा बॉइलचा सहकारी शास्त्रज्ञ होता व 'वायूंची घनता' दर्शविणारा नियम सिद्ध करून देणारा या नात्यानें बॉइलबरोबर त्याचें नांव घेण्यांत येतें. मॅरिअटनें असें सिद्ध केलें कीं हवेचा प्रतिरोध नसता तर लहानमोठी प्रत्येक वस्तु, मग ती कितीहि वजनाची असो, सारख्याच अंतरावरून सारख्याच वेळांत पडली असती. हें त्यानें 'नाणें व पीस' या प्रयोगानें सिद्ध करून दाखवलें. त्यानें एका लांब कांचेच्या नळींतून पूर्णपणें हवा काढून घेऊन तीमध्यें एक नाणें व पीस ठेवलें व नळी उलट केल्यावर सारख्याच वेगानें दोन्हीं खालीं पडलीं. हवेच्या दावाबद्दलचे पुष्कळ प्रयोग केल्यानंतर, त्यानें असा सिद्धांत काढला कीं "हवेची घनता व स्थितिस्थापकता, दावाच्या जोराशीं प्रमाणांत असतात." त्यानें असेंहि निश्चित केलें कीं, "हवा ही द्रव पदार्थांशीं मिश्रित असून घनीभवनाच्या अवस्थेंत ती दोन कणांमध्यें असते." त्यानें वस्तूंच्या आघातासारख्या इतर बावतींत देखील प्रयोग केले, परंतु मुख्यतः हवेच्या बावतींतील त्याचे प्रयोग महत्त्वाचे आहेत.

व्हान गेरिक.—याच वेळीं या दोघांचाहि समकालीन असा आणखी एक तिसरा गृहस्थ हवेच्या बावतींत प्रयोग करीत होता. हा ऑटो व्हॉन गेरिक (१६०२–१६८६) हा होय. हा मॅग्डेबर्गचा बर्गोमास्टर असून त्या गांवच्या राजाचा मंत्री होता. तो आपलें काम आटोपल्यावर, इतर फुरसतीच्या वेळांत, त्यावेळीं बाल्यावस्थेंत असलेल्या वायुशास्त्र व विद्युच्छास्त्राच्या बावतींत अभ्यास करीत असे. गॅलिलीओ, पास्कल, आणि टॉरिसेली यांच्या शोधांमुळें, निर्वात जागेसंबंधीं प्रयोग करून शोध लावण्याची इच्छा त्याच्या मनांत प्रादुर्भूत झाली. त्यानें प्रथमतः लांकडाचा वातकर्षक व पाण्याचें पंचपात्र घेऊन प्रयोग करून पाहिले, पण लांकूड सछिद्र असल्यामुळें त्यास निर्वात जागा तयार करतां येईना. नंतर, त्यानें तांब्याचा गोळा, पंप व चावीची तोटी यांचा उपयोग केला व त्यामुळें पाण्याप्रमाणेंच त्याला वाटेल तशी हवा काढतां येऊं लागली. अशा रीतीनें १६५० मध्यें त्यानें हवेचा पंप अथवा वातकर्षक यंत्र शोधून काढलें; व या योगानें त्यानें आश्चर्यकारक शोध लावले. हा शोध दाखविण्यासाठीं त्यानें मोकळ्या मैदानांत प्रयोग करण्याचें ठरवलें व तो प्रयोग पहाण्यासाठीं फर्डिनंड बादशहा व राजेरजवाड्यांनां बोलाविलें. त्यांच्या देखत त्यानें पितळेचे दोन पोकळ अर्धगोल घेऊन, व ते दोन्ही एके ठिकाणीं जुळवून त्यांच्या आंतल्या भागांतून हवा काढून घेण्यास सुरवात केली; व हवा काढून घेतल्यामुळें ते आपोआपच एके ठिकाणीं चिकटले. नंतर कित्येक घोडे आणून त्यानें त्या निमगोलांच्या दोन्ही बाजूंनां ते घोडे जुंपून ते गोल निराळे करण्याचा प्रयत्न केला. एकंदर तीस घोडे लाविले तरी ते निमगोल वेगळे झाले नाहींत. यामुळें हवेचा दाव किती प्रचंड असतो हें सिद्ध झालें.

पण नुसती एखादी गोष्ट प्रयोग करून दाखविणें निराळें व त्याची खात्री पटवणें निराळें. तेथील लोकांनां हा प्रयोग म्हणजे एक प्रकारची भुताटकीच वाटली व परमेश्वर याच्यावर संकट आणल्यावांचून राहणार नाहीं अशा प्रकारचें बोलणें लोकांनीं आरंभलें. तरी पण लोकांनीं त्याला कोणत्याहि प्रकारचा त्रास दिला नाहीं. कारण तो तेथील लोकांचा आवडता होता. यामुळें त्यानें इतरहि शोध लावले व बर्लिनच्या राजग्रंथसंग्रहालयांत हे निमगोल अद्यापि ठेवलेले आहेत.

वातकर्षकावरून अनेक प्रयोग करतां करतां त्यानें वायूंच्या कार्यांबद्दल अनेक शोध लावले व त्यांपैकीं, निर्वात जागेंत प्राणी जिवंत राहूं शकत नाहींत हा एक होय. तसेंच त्यानें वायुदिग्दर्शक यंत्र, व हवामापक ताजवा शोधून काढला व यामुळें त्याला वादळाच्या पूर्वीची व नंतरची हवेमधील स्थिति ओळखतां येऊं लागल्यामुळें त्यास हवेबद्दलचें अनुमान सांगून आपल्या गांवच्या लोकांनां आश्चर्यचकित करतां येऊं लागलें.

व्हॉन गेरिकनें, पृथ्वी ही एक मोठा लोहचुंबक आहे हा गिलबर्टचा सिद्धांत मान्य केला नाहीं; पण गिलबर्टच्याच दिशेनें प्रयोग करतांना त्यानें प्रथमच विद्युद्यंत्र शोधून काढलें. हें यंत्र म्हणजे एक गंधकाचा गोळा एका आंसावर ठेवून फिरवला असतां व कोरड्या हातानें चोळला असतां जागृतविद्युत होतो; व तो वस्त्रांचे, कागदाचे वगैरे तुकडे ओढून घेतो असें आढळून आलें. तसेंच हा गोळा पाण्याच्या थेंबाजवळ नेला असतां पाण्याचे थेंब फुगतात. तसेंच हा गोळा हवा, धूर वगैरेंनां देखील आकर्षण करून घेतो. गेरिकच्या अगोदर, केबियस यास जागृतविद्युत वस्तूपासून भेंडाचा तुकडा दूर उडून जातो असें आढळून आलें होतें. परंतु त्याला हा प्रकार, विद्युदपकर्षक शक्तीमुळें होतो असें समजलें नाहीं. व्हॉन गेरिकला मात्र हें कळून आलें व आकर्षण शक्तीप्रमाणें अपकर्षक शक्ति देखील या गोळ्यांत दिसून येते असें गेरिकनें दाखविलें. यावरून, आकर्षित झालेल्या वस्तूंमधील विद्युद्युक्त होण्याचा धर्म दुसऱ्या कोणत्याहि वस्तूशीं संबंध आला असतांना नाहींसा होतो व पुनः तो विद्युद्युक्त वस्तूमुळें उत्पन्न होतो हें सिद्ध करण्याच्या जवळ जवळ गेरिक आला होता असें दिसून येतें.

त्यानें गंधकाचा गोळा व पीस या संबंधाचा एक मजेशीर प्रयोग केला; व या प्रयोगानें बेंजामिन फ्रँकलिन यानें लावलेल्या अणकुचीदार भागामधून विद्युत् निघून जाते या शोधा जवळ जवळ तो आला होता असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. त्यानें तो गोळा इतका फिरवून घर्षण केला कीं, त्यानें लोंकरीचा एक तुकडा अपकर्षित होऊं लागला. नंतर तो गोळा त्यानें त्या तुकड्यामागून नेऊन त्या तुकड्या पाठोपाठ खोली भोंवती तसाच फिरवला. त्याला असें आढळून आलें कीं, लोंकरीचा तुकडा हा अपकर्षित असतो. तथापि त्याची एखाद्या अणकुचीदार पदार्थाकडे जाण्याची प्रवृत्ति असते. तो तुकडा एखाद्या पेटवलेल्या मेणबत्तीपाशीं आल्यास लगेच त्या गोळ्याकडेच येतो. याशिवाय त्याला असेंहि आढळून आलें कीं पिसाची जी बाजू एकदां आकर्षित होऊन नंतर अपकर्षित झाली असेल तीच बाजू नेहमीं गोळ्यासमोर असते व गोळ्याची व या पिसाची जरी उलटा पालट केली तरी देखील हीच बाजू गोळ्यासमोर येते.

गेरिकचा याहिपेक्षां दुसरा अधिक महत्त्वाचा शोध म्हणजे विद्युद्वहनाचा होय. गेरिकनें हा शोध लावीपर्यंत कोणीहि अशा प्रकारचा शोध लावला नव्हता. गिलबर्टला एखाद्या दांड्याच्या एका टोंकास चुंबकशक्ति आल्यास दुसऱ्या टोंकासहि येते ही गोष्ट समजली होती. पण त्याच्या लक्षांत याचें कारण आलें नव्हतें. गेरिकनें आपला प्रयोग गंधकाच्या गोळ्यानें तागाच्या दोऱ्यावर केला. हा गोळा घर्षणानें विद्युन्मय केला असतां त्याची आकर्षण शक्ति त्याला जोडलेल्या तागाच्या दोऱ्यांतून तागाच्या तुकड्यांत येऊन त्याच्या दुसऱ्या टोंकाशीं आकर्षणकार्य करिते व त्या दोऱ्याकडून एखादी वस्तु आकर्षित केली जाते असें त्याला आढळून आलें. तसेंच गंधक घर्षण केलें असतां प्रकाशमान होतें हीहि गोष्ट त्याच्या लक्षांत आली होती. पण हे दोन्हीहि शोध दुर्लक्ष होऊन विसरून गेले होते ते १८ व्या शतकाच्या प्रारंभास फ्रान्सिस हॉक्सबी व स्टीफन ग्रे यांनीं पुनः लोकांच्या नजरेस आणले. यावरून व्हॉन गेरिकला स्वतःलाच त्याचें महत्त्व कळलें नव्हतें असें दिसतें.

रॉबर्ट हूक (१६३५–१७०३).—एक किडकिडीत, वांकडातिकडा, अस्ताव्यस्त अवयवांचा, कुरूप, विखुरलेल्या केसांचा, खप्पड चेहऱ्याचा, चिडखोर व वाईट स्वभावाचा, चिक्कू व निदान शोधाच्या अग्रतेचा मान मिळविण्याच्या कामीं अप्रामाणिक असें रॉबर्ट हूकचें वर्णन त्याचे मित्र व शत्रू या दोघांकडूनहि ऐकूं येतें. शास्त्राच्या प्रत्येक शाखेंतील संशोधनाच्या बाबतींत हूकची बुद्धि अप्रतीम चालत असे यांत शंका नाहीं. इतिहासांत, इतक्या लोकोत्तर बुद्धीचीं पण त्याच बरोबर वाईट स्वभावाचीं व विक्षिप्त अशीं माणसें फारच कमी सांपडतील. त्याला दुसऱ्यांचे शोध आपले आहेत असें सिद्ध करण्याचा फार नाद होता. वास्तविक पहातां निरनिराळ्या शाखांमध्यें त्यानें इतके शोध लावले आहेत कीं एखाद दुसरा आपल्या नांवावर लावून घेण्यानें त्याची कीर्ति अधिक वाढली असती असें नाहीं. तत्त्वज्ञ या नात्यानें त्याची कीर्ति झालेलीच होती.

हूकलाच, घड्याळें नियमित चालण्याला लागणारी ' बॅलन्स-स्प्रिंग ' शोधून काढण्याचें श्रेय दिलें पाहिजे असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. असें म्हणण्याचें कारण या शोधाचें जनकत्व हूककडे का हायगेंझकडे याबद्दल बराच वाद माजला होता. साधारणतः असें दिसतें कीं बॅलन्स स्प्रिंग हूकनें तयार

केली व तीं गुंडाळून त्याचा प्रत्यक्ष उपयोग हायगेंझनें केला. अशा रीतीनें या दोघांनांहि सारखेंच श्रेय देणें इष्ट आहे.

हूक हा रॉयल सोसायटीचा पहिला अधिकारी (क्यूरेटर) होता. कोणताहि शोध लावण्याच्या अगोदर तो ते शोध लावण्यासाठीं यांत्रिक साधनें शोधून काढीत असे. ज्योतिषविषयक यंत्रें, विशिष्टगुरुत्वमापक, घड्याळें, पडणाऱ्या वस्तूंचा वेग किती आहे तें मोजण्याच्या पद्धती, उत्कथन बिंदु, (उकळण्याचा बिंदु) व गोठण्याचा बिंदु, बंदुकीच्या दारूंतील शक्ति, लोहचुंबक यंत्रें वगैरे अनेक प्रकारचीं यंत्रें त्यानें तयार केलीं. त्यानेंच प्रथमतः बॉइलच्या पद्धतीवर वाताकर्षक यंत्र तयार केलें; व त्या वेळीं, तो स्वतःलाच त्या यंत्राचा शोधक म्हणवून घेऊं लागला. पण हल्लीं तसें कोणी मानीत नाहीं.

दोनच वर्षांच्या अवधींत त्यानें अंतराळीं उडण्याच्या निरनिराळ्या तीस तरी तऱ्हा काढल्या होत्या पण त्यांतील एकहि सफल झाली नाहीं. तथापि, त्याचें डोकें किती सुपीक होतें व त्याचा उत्साह किती प्रचंड होता हें त्यावरून दिसून येईल. विद्युच्छास्त्रांत देखील त्यानें पुष्कळ प्रयोग केले. विजेची ठिणगी व प्रकाश यांतील भेद दाखविला. व कांहीं शोधहि लावले. परंतु या शास्त्रांतील त्याचे प्रयोग विशेष महत्त्वाचे नाहींत.

आकाशांतील ताऱ्यांची वगैरे गति ही यंत्रशास्त्राच्याच नियमांनीं बद्ध आहे असें तो प्रतिपादित असे. तो गुरुत्वाकर्षण शक्तीच्या शोधाच्या जवळजवळ आला होता, असें दिसतें. व त्यानेंच गुरुत्वाकर्षण शक्ति मोजण्यासाठीं लंबकाची कल्पना सुचविली. तसेंच त्यानेंच प्रथमतः प्रकाशलहरींची उपपत्ति सुचविली. तथापि हायगेंझ यानें ती पूर्णपणें बसविली.

इतर शोधांप्रमाणेंच त्यानें केलेल्या सूक्ष्मदर्शकाच्या साह्यानें केलेल्या निरीक्षणावर निरीक्षण केलेल्या पटांसह एक ग्रंथ प्रसिद्ध केला. व यावरून त्याच्या वेळीं देखील सूक्ष्मदर्शकयंत्र निरीक्षणाची किती प्रगति झाली होती तें दिसून येतें. या कांचेच्या तवकड्यांवरून व त्यांच्या चित्रांवरून त्यावेळीं भिंगें किती उत्कृष्ट तयार होत होतीं तें दिसतें. व या शास्त्राकडे वैद्यांनीं अगोदर पासून लक्ष दिलें असतें तर वैद्यकशास्त्राचीहि बरीच प्रगति झाली असती. निदान एक शतक अगोदर जरी या शास्त्राकडे वैद्यांनीं लक्ष्य दिलें असतें तरी सुद्धां खरजेचे कृमी वगैरे त्यांच्या सहज नजरेस आले असते.

वर आम्ही हूक हा वेडसर, विक्षिप्त व शीघ्रकोपी होता असें म्हटलें आहे. पण त्याच्या बाजूनें एक कारण सांगितलें पाहिजे व तें हें कीं तो नेहमीं मानसिक रोगानें ग्रस्त असे व त्यामुळें त्याच्या मनाची समता वारंवार बिघडत असे म्हणून तो चिडखोर दिसत असे.

ख्रिश्चन हायगेंझ (१६२९—१६९५).—दुसऱ्या कोणत्याहि कारणामुळें नसलें तरी ख्रिश्चन हायगेंझ यानें लंबकयुक्त घड्याळ शोधून काढल्याबद्दल तरी जगानें त्याचें ऋणी राहणें जरूर आहे. हायगेंझ हा गणीति, कल्पक यांत्रिक, ज्योतिषी व पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञ होता. हा मोठ्या कुलांत जन्मला होता. त्याचा बाप कवि व मुत्सद्दी होता. लहानपणापासूनच त्यानें कायद्याचा अभ्यास सुरु केला होता. तरी पण शास्त्रीय विषयामध्यें त्याची इतकी कुशाग्रबुद्धि असे कीं डेकार्टनें प्रथमपासूनच त्याच्या विषयीं फार चांगले उद्गार काढले होते.

शास्त्रीय विषयांमधील त्याचा पहिला प्रयत्न म्हणजे दुर्बिणीमध्यें सुधारणा करणें हा होय. त्या वेळीं दुर्बिण करण्याची जी रीत होती तिच्याबद्दल विचार करून हायगेंझ व त्याचा भाऊ कान्स्टंटाईन यांनीं भिंगें घासण्याची नवीनच युक्ति काढली. तीमुळें वर्तुलाकारामुळें व रंगामुळें होणारी प्रकाशच्युति बरीच कमी होऊं लागली. या नवीन दुर्बिणीमुळें शनीचा एक नवीन उपग्रह त्यानें शोधून काढला. या व अशाच ज्योतिःशास्त्रीय शोधांमुळें घड्याळ चालण्यासाठीं लंबकाची उपयुक्तता त्याला सुचली व त्याप्रमाणें १६५६मध्यें त्यानें लंबकयुक्त घड्याळ तयार केलें व पुढील वर्षी स्टेट्स जनरल सभेपुढें सादर केलें त्या वेळ पर्यंत ज्योतिःशास्त्रांतील शोधाला अत्यावश्यक असें जें वेळ मोजण्याचें बिनचूक साधन तें नसल्यामुळें, लहानसा अवधि त्यांना नक्की मोजतां येत नसे.

हायगेंझनें पहिल्या प्रथम, दुर्बिणींत सूक्ष्मांतरमापक यंत्राची योजना केली. उंची मोजण्याचें यंत्र दुर्बीणयुक्त असल्यास चांगलें कीं नुसतें डोळ्यांनीं पहावयाचें चांगलें या वर हूक व हायगेंझ यांमध्यें कडाक्याचा वादविवाद झाला. या वादांत हायगेंझचा पूर्ण विजय झाला. हायगेंझनें असें सिद्ध केलें कीं आकाशांतील वर्तुलखंडामध्यें ३० विकलांपेक्षां कमी फरक असल्यास तो उघड्या डोळ्यांनीं समजून येत नाहीं. अर्थातच त्यावरून काढलेली उंची अजमासिकच असणार. पण हेंच जर आम्हीं दुर्बिणीच्या साह्यानें पाहूं लागलों तर आपणास एक विकलेपर्यंत देखील फरक समजून येईल.

दृक्‌शास्त्रामध्यें देखील हायगेंझनें बरीच भर टाकली; आणि त्याचें वक्रीभवन (डायॉप्ट्रिक्स) हें पुस्तक न्यूटनला अतिशय आवडत असे असें म्हणतात. आपल्या आयुष्याच्या उत्तर भागामध्यें त्यानें पुन्हां भिंगें तयार करणें, दुर्बिणी वगैरेंत सुधारणा करणें अशा प्रकारच्या गोष्टी केल्या. त्याच्या कांहीं दुर्बिणीच्या भिंगांचें [लेन्स] केंद्रान्तर २१० फुटांपर्यंत होतें. त्यापैकीं तीन भिंगें रॉयल सोसायटी मध्यें ठेवलीं आहेत. इतक्या लांबीच्या दुर्बिणी करणें आटोक्याच्या बाहेरचें काम असल्याकारणानें त्यानें यांत्रिक साधनानें हलवितां येण्यासारख्या लांब काठ्यांवर ती भिंगें बस-

विण्याची युक्ति शोधून काढली. तरीसुद्धां ही दुर्बिण बरीच अवजड होत असे पण तिच्यापासून दृष्ट होणाऱ्या गोष्टींच्या मानानें तिचा अवजडपणा कांहींच नसे. तिरप्या वक्रीभवनाच्या वेळीं प्रकाशाचें निरनिराळ्या रंगांमध्यें पृथक्करण होतें ही गोष्ट त्यावेळीं ज्ञात होती. अर्थातच, दुर्बिणीच्या बाह्यगोल भिंगाचा कोणताहि लहानसा भाग, म्हणजे एक त्रिपार्श्वच असल्यानें, केंद्राकडे जाणारे किरण निरनिराळ्या रंगांमध्यें पृथक्कृत होत त्यांमुळें प्रतिमेभोंवतीं एक रंगांचें कडें तयार होऊन प्रतिमा अस्पष्ट दिसूं लागते. परंतु या प्रकाशच्युतीचा भिंगांच्या केंद्रांतराशीं कांहीं संबंध नसल्याकारणानें हें अंतर वाढविलें असतां व नेत्रभिगामी भिंग चांगलें वापरलें असतां चांगलें प्रतिबिंब दिसण्यास हरकत येत नाहीं. यामुळेंच ह्यायगेंझची लांब दुर्बिण महत्त्वाची ठरते. तरी पण ह्यायगेंझनें केवळ लांबीवरच भिस्त न ठेवतां जवळ जवळ वर्णदोषविहीन भिंग देखील शोधून काढलें.

१६६३ सालीं त्यास लंडनच्या रॉयल सोसायटीचा फेलो निवडण्यांत आलें व १६६९ सालीं त्यानें स्थितिस्थापक पदार्थांच्या संघाताचे नियम लिहून ते सोसायटीकडे पाठविले. अशाच प्रकारचे मुद्दे वॅलीस व रेन यांनीं कांहीं आठवडे अगोदरच पाठविले होते तरी पण ह्यायगेंझनेंहि हे नियम स्वतंत्र रीतीनें शोधून काढले होते; यांत शंका नाहीं; शिवाय वरील दोघांहि शास्त्रज्ञांपेक्षां ह्यायगेंझनें इतक्या उत्तम तऱ्हेनें ते नियम मांडलेले आहेत कीं त्यांपैकीं कांहीं येथें देणें जरूर आहे.

(१) एका कठिण वस्तूनें दुसऱ्या सारख्याच कठिण पण स्थिर अशा वस्तूला धक्का मारला असतां, स्थिरवस्तु पहिल्या कठिण वस्तूच्या वेगानेंच पुढें सरकूं लागते व पहिली वस्तु स्थिर होते.

(२) परंतु जर या दोन्ही सारख्या वस्तू चल असतील व एकाच दिशेला जात असतील, व त्यांना एकमेकींचा धक्का बसेल तर परस्परांच्या गतींची अदलाबदल होईल.

(३) एक कितीहि लहान वस्तु कितीहि अल्प गतीनें जाऊन दुसऱ्या कितीहि मोठ्या वस्तूवर आपटल्यास त्या मोठ्या वस्तूस गति देईल.

(४) दोन वस्तूंची गति आघातामुळें कमी अधिक होईल परंतु विरुद्ध गति वजा केली असतां कोणत्याहि एका दिशेकडे पूर्वी इतकीच गति कायम राहते.

(५) कितीहि व कोणत्याहि कठिण वस्तूंमधील द्रव्य व त्यांच्या गतीचा वर्ग यांच्या गुणाकारांची बेरीज केली असतां ती आघातापूर्वी व नंतर सारखीच असते.

(६) एखाद्या स्थिर वस्तूला दुसऱ्या लहान मोठ्या वस्तूकडून प्रत्यक्ष आघात मिळण्यापेक्षां मध्यें एखादी वस्तू ठेऊन या मधल्या वस्तूच्या द्वारें आघात दिल्यास त्या स्थिर वस्तूला अधिक गति मिळेल व जर ती मधील वस्तु या दोन्ही वस्तूंच्या मधील मध्यम प्रमाणपद असेल तर स्थिर वस्तूला अधिकतम गति मिळेल.

अशा प्रकारचे अनेक शोध त्यानें रॉयल सोसायटीकडे पाठवून दिले. त्यांपैकीं एक शोध हवेसंबंधींचा होता. 'मीं निर्वात जागेंत एक किडा ठेविला व तो मृतप्राय झाल्यावर लगेच मी त्यांत हवा सोडली आणि थोड्याच वेळांत तो जिवंत झाला. पुनः मी एकदां त्याला निर्वात जागेंत ठेवून, एक तासानंतर त्यांत हवा सोडली असतां तो पुष्कळशा वेळानें जिवंत झाला. पुनः सारखा दोन दिवस त्याला त्या निर्वात जागेंत ठेऊन नंतर हवा सोडली असतां तो दहा तासांनीं शुद्धीवर आला. पण ८ दिवस निर्वात जागेंत ठेवल्यावर त्याची कायमची शुद्धि गेली." अशाप्रकारचे पुष्कळ प्रयोग त्यानें उंदरावर, मांजरावर वगैरे केले व त्याला असें आढळून आलें कीं मृतप्राय होण्याच्या स्थितींत असतांनाच जर त्याला हवा दिली तर तो प्राणी जिवंत राहतो पण अत्यंत निर्वात, पोकळीमध्यें कोणताहि किडा अगर प्राणी जिवंत रहात नाहीं. बंदुकीमध्यें १८ ग्रेन वजनाची दारु घालून बंदुकीचें तोंड एका पाण्याच्या भांड्यांत ठेवून, बंदुक उडविली असतां त्याला असें आढळून आलें कीं त्यामुळें पारा दीड इंच वर चढला; व हवा ही पाण्यापेक्षां हजार पटींनीं हलकी आहे असें धरल्यास या बंदुकीच्या दारूमध्यें एक पंचमांश हवा आहे असें त्यानें सिद्ध केलें.

चवदाव्या लुईनें कोलवर्टच्या तर्फे केलेली विनंति मान्य करून फ्रान्सचा रहिवाशी या नात्यानें त्यानें १६६५—८१ पर्यंत बिब्लीओथेके डू रॉय यामध्यें आपले शोध चालविले व तेथें असतांना त्यानें 'होरोलोगियम ऑसिलेटोरियम' हें पुस्तक प्रसिद्ध केलें. व त्यांत लंबकाच्या आंदोलनाचा मध्य शोधून काढण्याची रीत सोडवून दाखविली; व लंबकाच्या लांबीचें त्याच्या आंदोलनाशीं काय प्रमाण आहे हें त्यानें दाखविलें.

परंतु फ्रान्समध्यें आपल्या धर्माविरुद्ध चळवळ चालली आहे असें त्याला आढळून आल्यामुळें तो १६८१ मध्यें हॉलंडला गेला. तेथें त्यानें अनेक दुर्बिणी तयार केल्या. तसेंच १६९० सालीं लेडन येथें प्रसिद्ध केलेल्या ग्रंथांत ध्रुवीभवनाचा (पोलरायझेशन) शोध प्रसिद्ध केला. विशेष मौजेची गोष्ट म्हणजे त्यानें न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत सार्वत्रिक मानला नाहीं.

न्यूटन व प्रकाशाचें पृथक्करण.—पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील जाडा संशोधक गॅलिलिओ हा १६४२ सालीं मरण पावला. त्याच वर्षांतील नाताळाच्या दिवशीं इंग्लंडमध्यें असा बुद्धिवान पुरुष जन्मास आला कीं ज्यानें कोपरनिकस, केप्लर व गॅलिलीयो यांनीं चालवलेलें कार्य ज्या नियमाच्या द्वारें हे सर्व ग्रह फिरत असतात त्या सर्वगामी नियमाचा शोध लावून पुढें चालविलें. हा जाडा संशोधक म्हणजे शास्त्रीय जगांतील देदीप्यमान रत्न, प्रसिद्ध ऐझॅक न्यूटन होय.

न्यूटन हा १७२७ साली वारला. आपल्या वयाचीं शेवटचीं ४० वर्षे जगांत तो पहिला संशोधक या नात्यानें प्रसिद्ध होता. तेव्हां त्याच्या काळाला 'न्यूटनचें युग' ही जी संज्ञा देण्यांत आली आहे ती अत्यंत उचित आहे यांत शंका नाहीं.

अशा प्रकारच्या जाड्या संशोधकानें लहानपणीं इतक्या मोठेपणाचीं कांहींहि पूर्वचिन्हें दाखविलीं नाहींत. तो लहानपणापासून अगदीं अशक्त व सामान्य बुद्धीचा असे. ह्याचें अभ्यासाकडेहि फारसें लक्ष नसे व मुलांचे खेळहि त्याला आवडत नसत. लहानपणापासून त्याला यांत्रिक साधनांची फार आवड असे व पवनचक्क्या,घड्याळें,पतंग हीं तयार करण्याकडे तो वेळ खर्चीत असे व त्यांतील गमतीपेक्षां तत्त्वाकडे तो फार लक्ष देत असे असें सांगतात.

याच अवधींत त्याला थोडी फार वाचनाची व अभ्यासाचीहि गोडी लागत चालली होती. यामुळें त्याच्या आप्तेष्टांची त्याला शेतकरी बनवण्याची इच्छा होती ती बदलून त्याला पुन्हां शाळेंत घालण्यांत आलें. तो १६६१ मध्यें ट्रिनिटी कॉलेजची प्रवेश परीक्षा पास झाला. कॉलेजमध्यें असतांना देखील तो चमकला नाहीं व डॉ. बॅरोनें त्याची परीक्षा घेतली असतां त्याचा याच्या बुद्धिमत्तेबद्दल थोडा फार प्रतिकूलच ग्रह झाला. यामुळें न्यूटनला पश्चात्ताप होऊन त्यानें गणिताचा काळजीपूर्वक अभ्यास केला व यूक्लिड व डेकार्टे यांच्या अभ्यासामुळें गणिताबद्दलची त्याच्या मनांत गोडी उत्पन्न झाली व त्यानें त्या विषयांमध्यें मोठ्या उत्साहानें शोध लावण्यास सुरुवात केली. १६६७ मध्यें तो ट्रिनिटी कॉलेजचा एम्. ए. होऊन त्याला फेलो निवडण्यांत आलें.

एकंदरींत न्यूटनचें बालपण व तारुण्य, चार्लसराजाची पदच्युति, क्रामवेलची अनियंत्रित सत्ता व पुनः स्टुअर्ट वंशाला राज्यप्राप्ति अशा धामधुमीच्या काळामध्यें गेलें. त्याच्या पुढील आयुष्यांत त्यानें स्टुअर्ट घराणें लयाला जाऊन वुइल्यम ऑफ ऑरेंज हा डचमन गादीवर बसलेला पाहिला व अगदीं म्हातारपणीं इंग्लंडच्या सिंहासनावर हॅनोव्हेरिअन घराण्याचा पहिला राजा चढलेला पाहिला. त्याच्या मरणानंतर अगदीं थोड्या अवधींत कॅव्हेंडिश, ब्लॅक, प्रीस्टलेसारखे मार्गदर्शक संशोधक निर्माण झाले. अशा रीतीनें, न्यूटनचें युग हें अर्वाचीन शास्त्रीय युग व गॅलिलीओ व केप्लर यांचें युग यांमधील सांखळी होय असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

शुभ्रप्रकाशाचे घटक.—१६७२ साली न्यूटनला रॉयल सोसायटीचा फेलो निवडण्यांत आलें. या सभेमध्यें त्यानें वक्रीभवनकारी दुर्बिणीसंबंधानें निबंध वाचला. नंतर थोड्या दिवसांनीं आणखी एक शोध या संस्थेपुढें ठेवण्याचें माझ्या मनांत आलें आहे असें त्यानें चिटणीसांना कळविलें. तो शोध म्हणजे शुभ्रप्रकाशाच्या घटनेसंबंधीं होय. रंगाच्या स्वरूपाकडे हायगेंझसारख्या लोकांचें लक्ष लागलें होतें हें वर आपण पाहिलेंच आहे. परंतु आतांपर्यंत त्याचा समाधानकारक निकाल लागला नव्हता. न्यूटननें आतां असें सिद्ध केलें कीं, पांढरा प्रकाश हा अनेक रंगांच्या किरणांचें मिश्रण होऊन झालेला आहे. अमकी एक वस्तु अमक्या रंगाची आहे याचा अर्थ ती वस्तु बाकीच्या रंगांच्या किरणांचें ग्रहण करून फक्त विशिष्ट रंगाचे किरण परावृत्त करते. पांढऱ्या प्रकाशांत अनेक रंग आहेत हें न्यूटननें सप्रयोग सिद्ध करी तोंपर्यंत खोटेंच वाटण्याचा संभव होता. त्यानें प्रयोग केल्यावरहि बरेच दिवस त्यावर लोकांची श्रद्धा बसली नाहीं.

एका काळोख्या खोलींत एका छिद्रांतून एक प्रकाशाचा किरण घेऊन तो एका त्रिपार्श्वांतून जाऊं दिल्यास त्याचें वक्रीभवन होऊन आपणांस भिंतीवर आपल्या परिचयाचा विच्छिन्नकिरणपट दृष्टीस पडतो. या पटाचा वास्तविक आकार वाटोळा असावयास पाहिजे तो लांबोळा पाहून न्यूटनच्या मनांत शंका येऊन तो विचार करूं लागला. छिद्राच्या आकारांत फरक केला असतां काय होतें हें त्यानें पाहिलें. तथापि पटाचें स्वरुप तसेंच राहिलें. विच्छिन्नकिरणपटाचा लांबोळा आकार असण्याचें कारण कांचांची कमीजास्त जाडी असावी असें एक वेळ त्यास वाटलें. पण प्रयोगाअंतीं तसें दिसून आलें नाहीं.

सूर्याच्या निरनिराळ्या भागांपासून येणाऱ्या किरणांचे आपतनकोन भिन्न होत असल्यामुळें हा चमत्कार उत्पन्न होत असेल अशीहि त्यास शंका आली. परंतु प्रयोग करून पाहतां या आपतनकोनाच्या भिन्नतेचा विच्छिन्न किरणपटावर भासमान होण्याइतका परिणाम होणें शक्य नाहीं असें त्यास आढळून आलें. त्रिपार्श्वांतून बाहेर पडल्यानंतर किरणाचा मार्ग कमानदार होत असेल असाहि त्यानें एक तर्क केला. पण तोहि वरील सर्व शंकांप्रमाणें अखेर निराधारच ठरला सरतें शेवटीं त्यानें एका बारीक छिद्रांतून घेतलेले किरण त्रिपार्श्वांतून घालवून त्याचा जो विच्छिन्नकिरणपट आला त्याच्या निरनिराळ्या भागांवर पडलेले किरण ज्या कागदावर तो घेतला होता त्यास ठेवलेल्या एका बारीक छिद्रांतून पलीकडे नेऊन दुसऱ्या एका त्रिपार्श्वांतून घालविले. तेव्हां त्याच्या असें निदर्शनास आलें कीं पहिल्या त्रिपार्श्वांतून बाहेर पडल्यावर जे किरण अगोदर महत्तम वक्रीभवन पावले होते तेच पुन्हां दुसऱ्या त्रिपार्श्वांतून बाहेर पडल्यावरहि महत्तम वक्रीभवन पावले. अर्थात् त्रिपार्श्वांतून बाहेर पडलेल्या प्रकाशाची प्रतिमा लांबोळी पडते याचें कारण प्रकाशांत कमीजास्त वक्रीभवन पावणारे किरण असतात हेंच असलें पाहिजे अशी त्याची खात्री झाली.

रंगाचें स्वरूप.—अशा रीतीनें प्रकाशाची घटना वस्तुतः काय आहे तें दाखविल्यावर न्यूटननें रंगाचा सविस्तर विचार केला. त्यापैकीं मिश्ररंगाबद्दल त्याचें मत काय होतें तें थोडक्यांत पाहूं. त्या काळीं तत्त्वज्ञांमध्यें रंगांच्या कारणाविषयीं फार मतभेद होता. कोणी रंग हा पदार्थाचेंच एक अंग मानीत असत तर कोणी त्यास केवळ पदार्थाच्या पृष्ठभागावरून झालेलें परावर्तन

समजत असत. तथापि सर्व शास्त्रज्ञांनां मान्य होईल अशी एकहि उपपत्ति कोणीं पुढें आणली नव्हती. न्यूटननें आपल्या निबंधाच्या शेवटीं असें म्हटलें आहेः

"अशा प्रकारचीं मीं कित्येक उदाहरणें देऊं शकेन. पण मी एकच सामान्य उदाहरण देऊन हा निबंध संपवतों. वस्तूंच्या अंगच्या रंगाची कारणमीमांसा अशी आहे कीं, त्या एक प्रकारचा रंग दुसऱ्यापेक्षां अधिक परावर्तित करूं शकतात. मीं यावद्दलचे प्रयोग, एका काळोख असलेल्या खोलींत करून पाहिले आहेत. मीं निरनिराळ्या पदार्थांवर निरनिराळ्या रंगांचा असंयुक्त प्रकाश पाडून पाहिला तेव्हां ते वाटेल त्या रंगाचे दिसूं लागले. एवढें मात्र होई कीं, ज्या रंगाचा पदार्थ असे त्याच रंगाचा त्यावर प्रकाश टाकला तर त्याचा मूळ रंग अधिक खुलून दिसे. याचा अर्थ असा कीं, लाल रंगाचा वाटणारा पदार्थ सर्व रंगांचे किरण थोडे बहुत परावर्तित करतो, परंतु लाल रंगाचे किरण विशेष परावर्तित करतो."

या क्रांतिकारक निबंधानें लोकांत विलक्षण चळवळ उडाली व पुष्कळ प्रकारचे विरोधहि उत्पन्न झाले. कांहीं लोकांनीं त्याच्या पद्धतीबद्दल तर दुसऱ्यांनीं त्याच्या प्रयोगाच्या सत्यतेबद्दल शंका काढल्या. प्रथम प्रथम त्यानें शांतपणानें या सर्वांनां उत्तरें दिलीं. पण नंतर त्याला शांत बसण्यांत फायदा नाहीं असें वाटूं लागलें. एकदां तर त्याच्या असेंहि मनांत आलें कीं अतःपर पुन्हां शास्त्रीय शोधाच्या भानगडींतच पडूं नये. पण जगताच्या सुदैवानें असें घडून न येतां त्यानें पुढें अनेक शोध लावले.

न्यूटनच्या शोधाचें परीक्षण करतांना व्हॉल्टेअरनें असें म्हटलें आहे "केवळ त्रिपार्श्वांच्या मदतीनें न्यूटननें असें सिद्ध केलें आहे कीं, प्रकाश हा अनेक रंगांच्या मिश्रणानें पांढरा दिसतो. प्रकाशाचा प्रत्येक किरण सात रंगांचा मिळून झाला आहे असें त्यानें दाखविलें आहे. हे रंग तांबडा, नारिंगी, पिंवळा, हिरवा, पारवा, निळा व जांभळा असे एकाखालीं एक पडतात, व हे रंग यानंतर शंभर त्रिपार्श्वांतून जरी घालविले तरी त्यांत यत्किंचितहि फरक होणार नाहीं."

विद्युच्छास्त्रांतील हॉक्सबीचे प्रयोग.—लोहचुंबकशक्ति व विद्युच्छक्ति यांच्या अभ्यासाला गिल्वर्टनें आपल्या लोहचुंबकासंबंधींच्या प्रयोगांनीं चालन दिलें. व्हॉन गेरिकनें आपल्या गंधकाच्या गोळ्यावरील प्रयोगांनीं विद्युदाकर्षणाचा व विद्युदपकर्षणाचा लावलेला शोध ही त्याच्या पुढची पायरी होय. परंतु विद्युच्छास्त्रामधील खरी खरी प्रगति गिलवर्टनंतर जवळजवळ एका शतकानें होऊं लागली.

१७०५ मध्यें हॉक्सबीनें जे कांहीं प्रयोग केले त्यांमुळें कांहीं चमत्कारिक गोष्टी निदर्शनास आल्या. पाऱ्याच्या वायुभार मापक यंत्रांत कधीं कधीं एक प्रकारचा चमत्कारिक प्रकाश पडलेला दिसून येतो ही गोष्ट बऱ्याच वर्षांपासून माहीत होती. परंतु हॉक्सबी [illegible] पोकळींतील पारा हाच या चमत्काराच्या मुळाशीं आहे असें मानलें होतें. या प्रकाशाचा विद्युत्शीं कांहीं संबंध असावा ही कल्पना हॉक्सबीस प्रथम सुचली नाहीं. त्याच्यापुढें जो प्रश्न होता तो एवढाच कीं वायुभारमापकांतील प्रकाशासारखा प्रकाश दिसण्यास पोकळीची म्हणजे निर्वात जागेची खरोखरच कांहीं आवश्यकता असते कीं काय, ही शंका मनांत येऊन त्यानें प्रयोग करण्यास सुरुवात केली. पाऱ्याच्या कारंज्याचा शोध त्यास हे प्रयोग करीत असतांच लागला. वाताकर्षकाच्या पात्रांत कांहीं पारा ठेवून त्यांतील कांहीं हवा काढून घेतली व नंतर ती पुनः त्यांत पाऱ्यांतून सोडली, तर पारा कारंजाच्या फवाऱ्याप्रमाणें सर्व बाजूंस उडून कांचावर आदळतो व या फवाऱ्याचा विद्युत्प्रकाशाप्रमाणें लखलखीत उजेड पडतो. परंतु हा प्रकाश व वायुभारमापकांत दिसणारा प्रकाश एकमेकांसारखे नसतात. या कारंज्याचा प्रकाश अधिक लखलखीत होता, तर वायुभारमापकांत दिसणारा प्रकाश फार फिकट असा होता. या प्रकाशाच्या कारणाचा विचार करीत असतां हॉक्सबीनें वाताकर्षकाच्या निर्वात केलेल्या पात्रांत अंबर, गारगोटी, पोलाद वगैरे निरनिराळे पदार्थ चक्राकार फिरवून पाहिले, परंतु व्यर्थ. शेवटीं त्याच्या मनांत असें आलें कीं कांचेच्या नळींतून हवा काढून घेऊन ती फिरवून पहावी. हा विचार मनांत येतांच त्यानें एक निर्वात केलेला कांचेचा पोकळ गोल घेऊन एका मोठ्या चक्राच्या साहाय्यानें तो आंसाभोंवतीं भरभर फिरविण्यास सुरुवात केली. तेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं ह्या गोलाजवळ आपलीं बोटें नेतांच एकदम जांभळासा प्रकाश दिसूं लागतो. प्रकाशांत साधारण मोठें अक्षर सहज वाचतां येई, व काळोख असलेल्या खोलींत कित्येक फूट दूर असलेल्या भिंतीवर चांगला दिसण्यांइतका प्रकाश पडे. या गोलांत जसजशी हवा सोडावी तसतसा हा प्रकाश कमी कमी होत जातो. हा कमी झालेला प्रकाश वायुभारमापकांत दिसणाऱ्या प्रकाशासारखाच दिसतो असें त्याला वाटलें. तर मग वायुभारमापकांत जो प्रकाश दिसतो तो पाऱ्याचा नसून कांचेचाच असेल काय, अशी त्याच्या मनांत शंका उत्पन्न झाली; व वायुभारमापकामधील पाऱ्यावरील कांचेची नळी पाऱ्यास धक्का न लावतां त्यानें चोळून पाहिली तेव्हां त्याला हा प्रकाश दिसून आला. उपर्युक्त गोष्टींचा विचार करीत असतां त्याला असें आठवलें कीं, कांच चोळली असतां कागदाचे तुकडे, वर्ख अगर हलक्या वस्तु आपल्याकडे ओढून घेते, व हा चमत्कार विद्युज्जन्य आहे असें मानण्यांत येतें. यावरून त्याला वायुभारमापकांतील व स्वतःभोंवतीं फिरत असलेल्या कांचेच्या गोलावरील प्रकाश विद्युन्मूलक असावा असें सुचलें. आणखी प्रयोग केल्यावर त्याला असें आढळून आलें कीं, कांचेची भरीव नळी घांसली असतां कांचेच्या पोकळ नळीप्रमाणेंच प्रकार घडून येतो. एकदां त्यानें सहजगत्या कांचेची एक घांसलेली नळी आपल्या [illegible] तेव्हां त्याला एकदम एक लहानसा धक्का

बसल्यासारखा वाटला. यावरून त्याला असें वाटलें कीं, इतर वस्तूवरहि आपल्याला अशाच प्रकारचा प्रयोग करून दाखवितां येईल. त्यानें कांचेच्या एका वृत्तचितीवर लोकरीचे कांहीं धागे टांगून ती वृत्तचिती तिच्या आंसाभोंवतीं फिरविण्यास सुरुवात केली. तेव्हां त्याला असें दिसून आलें कीं, वृत्तचिती फिरत असतांना वाऱ्यामुळें इकडे तिकडे हेलकावे खाणारे धागे वृत्तचितीस स्पर्श करतांच वृत्तचितीच्या आंसाच्या दिशेनें एकदम विशिष्ट प्रकारें ताठ होतात.

अशा रीतीनें प्रयोगांत यश येऊं लागल्यामुळें त्याचा उत्साह वाढत जाऊन त्यानें आपले प्रयोग तसेच पुढें चालू ठेविले. व थोडक्याच अवधींत प्रवर्तनासंबंधींचा दुसरा महत्त्वाचा शोध लावला. अर्थात् या शोधाचा वास्तविक अर्थ हॉक्सबीलाच काय पण त्याच्या नंतरच्या पुष्कळ पिढ्यांतील शास्त्रज्ञांनां कळला नव्हता. एक निर्वात केलेली व दुसरी वायुसहित असलेली अशा दोन कांचेच्या वृत्तचिती एक इंच अंतरावर ठेवून त्या त्यानें पूर्ववत् आंसाभोंवतीं फिरविल्या. त्यानें हवा न काढलेल्या वृत्तचितीवर हात ठेवतांच तिजवर प्रकाश दिसूं लागला. इतकेंच नव्हे तर तसाच प्रकाश निर्वात केलेल्या वृत्तचितीवरहि दृग्गोचर झाला. लवकरच त्याला असें दिसून आलें कीं हा प्रकाश पडण्यास निर्वात केलेली वृत्तचिती फिरविण्याची अवश्यकता नसते. दुसरी वृत्तचिती फिरत असतां ही तिच्या नुसती सन्निध ठेविली तरी पुरे आहे.

ह्या हॉक्सबीच्या प्रयोगांमुळें शास्त्रज्ञांचें विद्युच्छास्त्राकडे अधिक लक्ष जाऊन अनेकांनीं तत्संबंधीं अभ्यास सुरू केला. तथापि पाव शतकपर्यंत या शास्त्रांत म्हणण्यासारखी कांहीं प्रगति झाली नाहीं. कदाचित् न्यूटनच्या शोधांनीं खुल्या झालेल्या अनेक क्षेत्रांमध्यें शोध लावण्यांत शास्त्रज्ञांचें लक्ष गुंतल्यामुळें या विषयाकडे लक्ष पुरविण्यास त्यांनां सवड झाली नसावी.

स्टीफन ग्रेनें केलेले प्रयोग.—सन १७२९ सालीं स्टीफन ग्रे मृत्यु (१७३६) नांवाच्या लंडनमधील चार्टरहाऊसच्या तामसी व विक्षिप्त वृद्धवेतनदारानें हॉक्सबीनें घालून दिलेल्या दिशेनुसार कांहीं प्रयोग करण्यास आरंभ केला. हाक्सबीप्रमाणें विद्युदुत्पादनासाठीं कांचेच्या नळीवर प्रयोग करीत असतांना त्याला असें आढळून आलें कीं धूळ न जावी या हेतूनें त्यानें नळीच्या दोन्ही तोंडाला जीं बुचें बसवलीं होतीं तीं बुचें देखील नळीप्रमाणेंच कागदाचे तुकडे वगैरे आकर्षण करतात. तेव्हां त्यानें असा तर्क केला कीं हा गूढ 'धर्म'—विद्युत्‌ला त्यावेळीं 'धर्म' किंवा 'गुण' या अर्थाचें नांव होतें–कांचेप्रमाणेंच इतर पदार्थांतूनहि वहन होत असावा. तो म्हणतो "माझ्यापाशीं १.३ इंच व्यासाची आरपार एक भोंक असलेली एक हस्तीदंती गोटी होती. फर लाकडाच्या चार इंच लांबीच्या काठीवर ही गोटी मीं अडकविली, व त्या काठीचें दुसरें टोंक कांचेच्या नळीच्या बुचामध्यें घातलें तेव्हां नळी घांसल्यावर बुचापेक्षां गोटी पिसांचें आकर्षणापकर्षण अधिक जोरानें करते असें मला आढळून आलें. नंतर मीं ती गोटी आधीं आठ इंच लांबीच्या व नंतर चोवीस इंच लांबीच्या काडीवर अडकविली तरी मला तोच प्रकार आढळून आला. यानंतर मीं एकदा लोखंडाची व दुसऱ्यांदा पितळेची तार घेऊन तिच्या एका टोंकावर गोटी अडकविली व तिचें दुसरें टोंक बुचांत घातलें. तेव्हां तारेच्या कोणत्याहि भागाजवळ पिसें नेलीं तरी तीं तार त्यांनां आकर्षण करते असें दिसून आलें. तथापि एवढें मात्र खरें कीं तारेचें आकर्षण गोटी इतकें नसतें. दोन तीन फुटांची तार घेतली तेव्हां नळी चोळतांना ती कंप पावूं लागून प्रयोग करण्यास अडचण पडूं लागली. यामुळें माझ्या मनांत असा विचार आला कीं एका दोऱ्यास गोटी लटकवून दुसऱ्या दोऱ्याचें जर एक टोंक गोटीस बांधलें व दुसऱ्यास सरफांस करून त्यांत नळी घातली तर नळींतील विद्युत दोऱ्यांतून गोटीकडे जाईल किंवा नाहीं? प्रयोगा अंतीं त्याला असें कळून आलें कीं गोटी तारेवर लावली असतां ती कांचेच्या नळींत विद्युत् उत्पन्न होतांच ती ज्याप्रमाणें कागदांच्या तुकड्यांचें, वर्खांचें किंवा पिसांचें आकर्षणापकर्षण करते त्याप्रमाणें ती नळीशीं दोऱ्यानें जोडली असतांनाहि करते."

ग्रेनें नंतर आणखी कोणत्या वस्तू कागदाचे तुकडे वगैरे आकर्षण करतात हें ठरविण्यासाठीं दुसऱ्या अनेक धातूंच्या तुकड्यांवर, नाण्यांवर, किटलीवर—रिकाम्या, ऊन पाण्यानें व गारपाण्यानें भरलेल्या–प्रयोग करून पाहिले. परंतु कोणतीहि वस्तु घेतली तरी आकर्षणशक्ति तेवढीच राहते असें त्याला आढळून आलें.

नंतर ग्रेनें ही विद्युत् किती अंतरापर्यंत नेतां येते हें ठरविण्याचा यत्न सुरू केला. त्यानें एक पोकळ हातांत धरण्याची दोन फूट सात इंच लांबीची काठी घेऊन तिचें एक टोंक नळीमध्यें पांच इंच घातलें, तेव्हां नळी घांसल्याबरोबर काठीचें दुसरें टोंक दोन इंच अंतरावरून पितळेचा वर्ख आकर्षण करून घेऊं शकलें, व काठीच्या एका टोंकास हस्तिदंती गोटी अडकवून दुसरें टोंक बुचाच्या साहाय्यानें नळींत घातलें असतां हस्तिदंती गोळींतहि इतकाच आकर्षण शक्ति असल्याचें आढळून आलें. नंतर त्यानें निरनिराळ्या लांकडांची मिळून जवळ जवळ १८ फूट लांबीची काठी करून हा प्रयोग केला. तेव्हां त्याला असें दिसून आलें कीं लहान काठीच्या टोंकास गोटी लावली असतांना तींत जितकी आकर्षण शक्ति येते तितकीच ती लांब काठीच्या टोंकास लावली असतांहि येते.

नंतर त्यानें याहीपेक्षां लांब अंतराचे प्रयोग केले. त्यानें अठरा फूट लांब काठी घेऊन तिला चौतीस फूट लांबीची एक दोरी बांधली. काठी व नळी हातांत घेऊन तो माडीवर सज्जांत उभा राहिला व आपल्या हाताखालील मनुष्यास त्यानें खालीं पटांगणांत एका फळ्यावर वर्ख घेऊन उभें

राहण्यास सांगितलें. नळी घांसतांच काठींतून व दोरींतून विद्युत् गोटींत गेली व ह्या गोटीच्या हेलकाव्याबरोबर फळ्यावरील वर्खे मागें पुढें नाचूं लागला.

नंतर ग्रेनें क्षितिजास समान्तर अशी दोरी बांधून तींतून विद्युत् नेण्याचा प्रयत्न केला. यासाठीं त्यानें लांकडाच्या लांब तुळईंत खिळे ठोकून त्यांनां दोऱ्याच्या तुकड्यांच्या फांसांनीं ही क्षितिजसमांतर दोरी लटकविली. परंतु या रीतीनें केलेल्या प्रयोगांत गोटी वर्खांचें आकर्षण करूं शकली नाहीं. याचें कारण त्यानें बरोबर ताडलें तें हें कीं विद्युत् फांसापाशीं येतांच ती वर तुळईकडे जाते, गोटीकडे मुळींच जात नाहीं. कांहीं वस्तू विद्युद्वाहक असतात व कांहीं नसतात ही गोष्ट अद्याप ग्रेस कळली नव्हती. तथापि रेशीम हा पदार्थ चांगला विद्युद्वाहक नाहीं व अतएव विद्युद्वाहक दोऱ्यांत विद्युत्स्थापना करण्यासाठीं त्याचा उपयोग करतां येण्यासारखा आहे एवढी गोष्ट सुदैवानें त्याच्या ध्यानांत आली होती.

व्हीलर नांवाचा एक गृहस्थ ग्रेच्या या प्रयोगांत फार मनःपूर्वक लक्ष घालीत होता. ग्रे हा व्हीलरच्या घरीं पाहुणा असतांना त्यानें हस्तिदंती गोटीचे कित्येक प्रयोग केले होते. सरते शेवटीं त्यानें घंटाघरावर चढून खालीं ठेवलेल्या वर्खांचें हस्तिदंती गोटीकडून आकर्षण करून पाहिलें. आतां मात्र त्यास याहून अधिक उंचीवरून प्रयोग करणें शक्य नव्हतें.

ग्रे म्हणतो "आम्हांला आतां अधिक उंचीवरून प्रयोग करतां येण्यासारखें नसल्यामुळें व्हीलरनें क्षितिज समान्तर दोरी बांधून प्रयोग करण्याची इच्छा दर्शविली. मीं त्याला माझा पूर्वीचा प्रयत्न कसा फसला व तो मीं कसा व कोणकोणत्या वस्तूंच्या साहाय्यानें केला होता हें सर्व सांगितलें. तेव्हां त्यानें, ज्या दोरींतून वीज न्यावयाची ती दोरी रेशमाच्या दोऱ्याच्या आधारावर लटकवावी असें सुचविलें. व दोरा बारीक असला म्हणजे कमी विद्युत् वाहून नेली जाऊन प्रयोग यशस्वी होईल असें मलाहि वाटलें. त्याप्रमाणें आम्हीं २ जुलै १७२९ रोजीं सकाळीं दहाच्या सुमारास सज्जामध्यें हा प्रयोग केला. सज्जाच्या टोंकापासून चार फूट अंतरावर सज्जाच्या दोन्हीं बाजूंस दोन खिळे ठोकून त्यांनां एक आडवी दोरी बांधली.

"या दोऱ्याच्या मध्यभागीं रेशमी दोरा असून त्याच्या दोन्हीं बाजूंस मात्र साधा सुताचाच दोरा होता. नंतर ज्या दोऱ्याला हस्तिदंती गोटी बांधली होती, व ज्यांतून नळीपासून गोटीपर्यंत विद्युत् आणावयाची होती तो ८१॥ फूट लांबीचा दोरा आडव्या रेशमी दोऱ्यावर हस्तिदंती गोटी नऊ फूट खालीं लोंबत राहील अशा रीतीनें टाकला. या दोऱ्याचें दुसरें टोंक एका कांचेच्या छडीवर फांस करून अडकविलें होतें, व हस्तिदंती गोटीखालीं एका पांढऱ्या कागदावर पितळेचा वर्ख ठेवण्यांत आला होता. तेव्हां नळी घांसल्याबरोबर गोटीनें वर्ख वर आकर्षण करून घेतला व कांहीं वेळपावेतों तो तसाच तिला चिकटून राहिला."

हा प्रयोग इतका यशस्वी झाला कीं, दोरा लांब करतां करतां २९३ फूट लांब केला तरी देखील आकर्षक शक्ति यत्किंचितहि कमी झाली नाहीं. परंतु याहून अधिक लांब दोरा घेतला तेव्हां आधारभूत आडव्या दोऱ्यावर फार वजन होऊन तो तुटला.

ग्रे म्हणतो "यानंतर रेशमाऐवजीं लोखंडी लहान तार आम्ही उपयोजिली. पण लोखंडी तारहि तो भार सहन करण्याइतकी बळकट निघाली नाहीं. तेव्हां आम्ही थोडी मोठी पितळेची तार घेतली. ही मात्र दोऱ्याचें वजन तोलण्यास पूर्ण समर्थ होती. तथापि नळी वाटेल तितकी घांसली तरी हस्तिदंती गोटीच्या अंगीं आकर्षणशक्ति येईना. आम्ही अधिक जाड कांचेची नळी घेऊन पाहिली, पण व्यर्थ. तेव्हां आमच्या लक्षांत आलें कीं, आमचा पूर्वीचा प्रयोग यशस्वी झाला तो मला अगोदर वाटलें होतें त्याप्रमाणें, आधारभूत दोरा बारीक होता म्हणून नव्हे तर तो रेशमाचा होता म्हणूनच होय."

यानंतर ग्रे व व्हीलर यांनीं ६६६ फूट लांब दोरा घेऊन तो एका शेतामध्यें दोन खांब रोवून बांधला. सुताचा दोरा खांबाच्या टोंकांस रेशमी दोऱ्याच्या तुकड्यांनीं टांगून विद्युत्स्थापन व्हावें म्हणून हे खांब थोडे वांकलेले ठेवले होते. ही कल्पना हल्लींच्या तारायंत्राची सूचक आहे. पण या दोरीचा उपयोग एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं खुणा करण्याकडे कसा करावा हें ग्रेला सुचलें नाहीं. ग्रे नंतर झालेल्या पुष्कळ शास्त्रज्ञांनीं कित्येक हजार फूट लांब दोरी घेऊन प्रयोग केले, पण ते केवळ विद्युत किती दूर नेतां येते हें पाहण्याकरितांच होते. तथापि विद्युत्च्या दोन महत्त्वाच्या धर्मांचा—तिचें वहन व पृथक्स्थापन किंवा विन्यास करतां येतो या गोष्टींचा शोध लावण्याचें श्रेय बहुधा ग्रे यासच आहे.

डफे याचे विद्युच्छास्त्रांतील प्रयोग.—आतांपर्यंत इंग्लंडमध्यें विद्युच्छास्त्रांतील दोन सुप्रसिद्ध संशोधक होऊन गेले. पण विद्युच्छास्त्राची प्रगति करणारा तिसरा गृहस्थ फ्रान्समध्यें निर्माण झाला. सिस्टर्नें डफे हा अतिशय विद्वान् असून शिवाय तो मुत्सद्दी व शिपाईहि होता. त्यानें त्यावेळीं प्रमुख मानल्या गेलेल्या सहाहि विषयांत शोध लावले होते. विद्युच्छास्त्रांतहि त्यानें अनेक शोध लावले, व कित्येक चुकीच्या समजुती दुरुस्त केल्या. त्याची ग्रे या शास्त्रज्ञाशीं दाट मैत्री होती व हें त्याच्या सहकार्यक्षमतेचें उत्तम द्योतक आहे.

त्याची पहिली कामगिरी म्हणजे त्या वेळपर्यंत कांहीं पदार्थ विद्युद्वान् असतात व कांहीं नसतात असा जो समज होता तो त्यानें नाहींसा केला. त्यानें असें सिद्ध केलें कीं,

प्रत्येक पदार्थामध्यें थोड्या फार प्रमाणांत विद्युज्जागृत होण्याचा धर्म असतो.

तो म्हणतो " मला असें आढळून आलें आहे कीं, द्रव, मऊ व धातुमय वस्तू सोडून दिल्या तर बाकी सर्व पदार्थ, कमी अधिक तापवून व नंतर कोणत्याहि कापडावर घांसले असतां विद्युद्युक्त करतां येतील. उष्णतेनें मऊ होणारे, पाण्यांत विरघळणारे वगैरे कांहीं पदार्थ खेरीज करून दगड, लांकूड आदिकरून ज्या ज्या पदार्थांवर मीं प्रयोग केले ते सर्व तापवून घर्षण करून विद्युद्युक्त (विद्युज्जागृत) झाले. ह्या संबंधीं लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट ही आहे कीं, दगड, गारगोटी वगैरे वस्तू असतात त्यांनां फार तापवावें लागतें, पण ठिसूळ लांकडासारख्या नरम पदार्थास थोडी उष्णता देऊनहि भागतें.

" ग्रेच्या पत्रांत पाणी हें [कांचेच्या तावदानावर तिवई ठेवून त्यावर, किंवा ऊन केलेल्या कांचेच्या पेल्यावर पाण्याचें भांडें ठेविलें असतां] विद्युज्जागृत नळी जवळ धरून विद्युद्युक्त करतां येतें, हें वाचतांच मीं प्रयोग करून पाहिले तेव्हां मला असें आढळून आलें कीं, सर्व पदार्थ—मग ते घनरूप असोत किंवा द्रवरूप असोत —अशा रीतीनें विद्युद्युक्त करतां येतात. त्या वस्तु किंचित् उष्ण केलेल्या किंवा नुसत्या कोरड्या केलेल्या कांचेच्या बैठकीवर ठेवून नंतर विद्युज्जागृत नळी त्यांच्याजवळ नेली कीं, त्या विद्युद्युक्त होतात. मी हे प्रयोग वर्फावर, जळत्या कोळशावर किंबहुना ज्या ज्या वस्तू माझ्या मनांत आल्या त्या सर्वांवर केले असून प्रत्येक वेळीं मला असें आढळून आलें कीं, ज्या वस्तू अतिशय कमी विद्युत्क्षम असतात त्या कांचेची नळी संनिध नेली असतां जास्तींत जास्त विद्युज्जागृत होतात.

यानंतरचा त्याचा महत्त्वाचा शोध म्हणजे विद्युद्वहनामध्यें रंगाचा कोणत्याहि प्रकारचा संबंध नाहीं हा होय. तो म्हणतो कीं रंगाच्या मानानें, वस्तु कमी अधिक प्रमाणांत आकर्षण करतात, असें ग्रेनें लिहिल्यावरून मीं पुष्कळ चमत्कारिक प्रयोग केले. पांढऱ्या काळ्या रंगाची एक एक व सात मूलभूत रंगांच्या सात अशा एकाच प्रकारच्या निरनिराळ्या रंगाच्या रेशमी नऊ फिती घेऊन मी त्या एका ओळींत टांगून ठेवल्या. नंतर त्यांच्याजवळ नळी नेतां, प्रथमतः काळी फीत आकर्षित केली गेली. नंतर पांढरी व बाकीच्या अनुक्रमें तांबड्या रंगाच्या फिती एकाहून एक कमी अशा आकर्षित केल्या गेल्या. सगळ्यांत तांबड्या रंगाची फीत अतिशय कमी आकर्षित झाली.

नंतर मी त्याच रंगाचे जाळीचे नऊ चौकोनी तुकडे कापून त्यांनां फिती लावल्या, व एका पाठीमागून एक त्यांना लांकडाच्या कड्यांच्या बैठकीवर ठेवून त्यांच्या खालीं सोन्याचा वर्ख ठेविला. तेव्हां मला असें आढळून आलें कीं, पांढऱ्या व काळ्या रंगाच्या जाळ्यांशिवाय इतर सर्व रंगाच्या जाळ्यांतून सोन्याचा वर्ख आकर्षिला जात होता. यामुळें मला प्रथम असें वाटलें कीं, रंगाचा विद्युत् वर खरोखरच परिणाम होत असला पाहिजे. परंतु पुढें दिल्याप्रमाणें तीन प्रयोग केल्यावर हा समज चुकीचा ठरला. (१) जाळीचे तुकडे किंचित् उष्ण केले तर काळा किंवा पांढरा रंग विद्युद्वहनास इतर रंगाहून अधिक अडथळा करीत नाहीं. त्याचप्रमाणें फिती गरम केल्या असतां, काळ्या किंवा पांढऱ्या रंगाची फीत इतर रंगांच्या फितींहून अधिक आकर्षिली जात नाहीं. [२] जाळ्या व फिती ओल्या केल्या असतां, सर्व फिती सारख्याच प्रमाणांत आकर्षिल्या जातात आणि सर्व जाळ्यांचे तुकडे विद्युज्जागृत पदार्थांची क्रिया सारखीच अडवून धरितात. [३] त्रिपार्श्वाचे रंग एकामागून एक पांढऱ्या जाळीवर टाकले तर आकर्षणामध्यें यत्किंचितहि फरक झालेला दिसून येत नाहीं. यावरून असें सिद्ध होतें कीं, निरनिराळ्या रंगांच्या पदार्थांच्या बाबतींत जो आकर्षणाचा फरक दिसून येतो, तो केवळ रंगमूलक नसून रंगविण्याकरितां जे पदार्थ वापरण्यांत येतात, त्यांमुळें तो उद्भवतो. कारण कोळसा वगैरे पदार्थ फितीवर घांसून मीं त्या रंगविल्या. तेव्हां त्यांचा आकर्षणविषयक फरक मला पूर्वींसारखा आढळून आला नाहीं. "

कांचेच्या नळीस बांधलेल्या दोऱ्यावर प्रयोग करून पहात असतां डफे यास असें आढळून आलें कीं, विद्युत्चा कांहीं अंश, आसमंतांतील हवेनें वहन करून नेल्यामुळें, फुकट जात असतो. यासाठीं प्रयोगांतील दोऱ्याभोंवतीं कांहीं तरी विन्यासक म्हणजे विद्युत्स्थापक पदार्थ गुंडाळावा असें त्यानें सांगितलें आहे. विद्युत्चा विन्यास म्हणजे पृथक्स्थापन करणें अशा अर्थाचा शब्दप्रयोग डफेनेंच प्रथम केलेला आढळतो.

डफेचे कांचजन्य व लाक्षाजन्य विद्युद्विषयक शोध.—पिसांसारखे हलके पदार्थ गंधकगोलाच्या विद्युज्जनक यंत्राकडे आकर्षण केले गेल्यावर लागलीच त्यांचें प्रतिसारण किंवा अपकर्षण होऊन त्यांचा दुसऱ्या एखाद्या पदार्थास स्पर्श झाल्याशिवाय ते पुन्हां विद्युज्जनक यंत्राकडे आकर्षिले जात नाहींत, ही गोष्ट व्हॉन गेरिक याच्याच ध्यानांत आली होती. पण हें असें कां होतें याचें त्यास समाधानकारक कारण देतां आलें नाहीं. व्हॉन गेरिकचे प्रयोग पुन्हां करून पाहिल्यावर डफे यास असें आढळून आलें कीं, विद्युज्जागृत केलेली नळी किंवा गंधकाचा गोळा पिसाचें प्रतिसारण करीत असतां जर त्या गोळ्यास स्पर्श केला किंवा तो पुन्हां नव्यानें घांसला, तर प्रतिसारित पिसें आकर्षित होऊन पुन्हां त्याकडे येतात व हात काढिला कीं पुन्हां दूर लोटलीं जातात. यावरून त्यानें असें अनुमान केलें कीं, विद्युज्जागृत पदार्थ विद्युद्रहित पदार्थांचें आकर्षण करतो व त्यांनां विद्युद्युक्त केल्यावर मग त्यांचें प्रतिसारण करतो अशा रीतीनें विद्युद्युक्त झालेल्या पदार्थाचा दुसऱ्या एखाद्या पदार्थास स्पर्श होऊन

तो विद्युद्रहित झाल्याशिवाय मूळ विद्युज्जागृत पदार्थाकडे त्याचें आकर्षण होत नाहीं.

डफे म्हणतो, "ओटो व्हॉन गेरिक यानें सांगितल्याप्रमाणें प्रयोग केल्यावर मला असें दिसून आलें कीं, कांचेच्या नळीच्या बाबतींत जे चमत्कार दिसून येतात तेच चमत्कार इतर सर्व विद्युज्जागृत पदार्थांच्या बाबतींतहि पहावयास सांपडतात. हे प्रयोग करीत असतांना विद्युद्विषयक प्रयोगांत कित्येक प्रसंगीं ज्या विसंगतपणाच्या गोष्टी आढळून येतात, त्या सर्वांचें स्पष्टीकरण करणारी एक महत्त्वाची गोष्ट माझ्या ध्यानांत आली. ती ही कीं, सर्व विद्युज्जागृत पदार्थ, विद्युद्रहित पदार्थांचें आकर्षण करतात व सान्निध्यानें किंवा स्पर्शानें ते विद्युद्युक्त होतांच त्यांचें पुन्हां प्रतिसारण होतें. उदाहरणार्थ, सोन्याचा वर्ख कांचेच्या नळीकडून प्रथम आकर्षिला जाऊन, तिच्याकडे येत असतां तो विद्युद्युक्त होतो व त्यामुळें त्याचें तावडतोब प्रतिसारण होतें. त्याच्यामधील विद्युत् कायम असेपर्यंत तो पुनःआकर्षिला जात नाहीं. परंतु तो हवेंत असतांना जर याचा दुसऱ्या एखाद्या पदार्थास स्पर्श झाला, तर त्याची विद्युत् तावडतोब नाहींशी होऊन तो नळीकडून पुन्हां आकर्षिला जातो व तिनें त्यास पुन्हां विद्युद्युक्त केल्यावर त्याचें पुनः प्रतिसारण होतें. ही गोष्ट लक्षांत ठेविली असतां विद्युत्प्रयोगांतील कित्येक आश्चर्यकारक व चमत्कारिक गोष्टींचें स्पष्टीकरण होतें.

"याहूनहि दूसरी एक विद्युद्विषयक महत्त्वाची गोष्ट आकस्मिक रीतीनें माझ्या लक्षांत आली. ती गोष्ट ही कीं, कांचजन्य विद्युत् व लाक्षाजन्य विद्युत् या दोन अगदीं परस्पर भिन्न विद्युत् आहेत. यांपैकीं पहिल्या प्रकारची विद्युत कांच, जवाहीर, प्राण्यांचे केंस, लोंकर वगैरे पदार्थांत उत्पन्न होते व दुसऱ्या प्रकारची विद्युत् अंबर, रेशमाचा दोरा, कागद इत्यादि पदार्थांत उत्पन्न होते. या दोन विद्युतांचे धर्म असे आहेत कीं, कोणतीहि विद्युत् सजातीय विद्युत् असलेल्या पदार्थांचें प्रतिसारण करील; परंतु विजातीय विद्युत् असलेल्या पदार्थांचें आकर्षण करील.म्हणजे विद्युज्जागृत केलेली कांचेची नळी विद्युज्जागृत कांच, केंस इत्यादि पदार्थांचें प्रतिसारण करील व विद्युज्जागृत रेशीम, कागद इत्यादिकांचें आकर्षण करील. उलटपक्षीं विद्युज्जागृत अंबर, विद्युज्जागृत रेशमाचा दोरा वगैरे पदार्थांचें प्रतिसारण करील व विद्युज्जागृत कांच वगैरे पदार्थांचें आकर्षण करील. विद्युद्युक्त दोन रेशमाच्या फिती एकमेकींचें प्रतिसारण करतील; विद्युद्युक्त लोंकरीचे दोन धागेहि असेंच एकमेकांचें प्रतिसारण करतील; परंतु एक रेशमाचा धागा व एक लोंकरीचा धागा हे मात्र एकमेकांकडे आकर्षिले जातील. यावरून, लोंकरीच्या किंवा रेशमाच्या धाग्याचीं टोंकें विद्युज्जागृत झाल्यावर पिंजारल्याप्रमाणें कां फेलतात हें ध्यानांत येतें, व दुसऱ्याहि कित्येक चमत्कारांचें स्पष्टीकरण या योगानें देतां येण्यासारखें आहे.

"कोणतीहि वस्तु कांचेच्या जातीची आहे अगर लाक्षाजन्य राळेच्या जातीची आहे हें ओळखणें अगदीं सोपें आहे. यासाठीं रेशमाचा एक धागा विद्युज्जागृत करून ठेवला म्हणजे पुरे. रेशीम हें राळेच्या धर्माचें असल्या कारणानें त्याचें जर विद्युज्जागृत केलेल्या विवक्षित वस्तूनें प्रतिसारण केलें तर ती वस्तु राळेच्या जातीची आहे, व जर धाग्याचें आकर्षण झालें तर ती कांचेच्या जातीची आहे म्हणून समजावें. तसेंच संसर्गानें आलेली विद्युत् देखील आपले मूळ धर्मच कायम ठेवते. उदाहरणार्थ, एखाद्या कांचेच्या भांड्यावर जर हस्तिदंती गोटी ठेवली व ती कांचेच्या नळीच्या स्पर्शानें विद्युद्युक्त केली, तर ज्या प्रकारच्या वस्तूंचें कांचेची नळी प्रतिसारण करील त्याच प्रकारच्या वस्तूंचें प्रतिसारण ह्या गोटीकडूनहि होईल. परंतु तीच जर राळेच्या नळीच्या स्पर्शानें विद्युद्युक्त केली गेली तर याच्या अगदीं उलट, म्हणजे खुद्द राळेच्याच योगानें होणारे परिणाम दृग्गोचर होतील. एक गोष्ट मात्र या सर्व प्रयोगांत ध्यानांत ठेवणें जरूर आहे, व ती ही कीं विद्युत्चा प्रकार ओळखण्याकरितां ज्या दोन वस्तू परस्परसन्निध ठेविलेल्या असतात त्या शक्य तितक्या अधिक विद्युद्युक्त केल्या पाहिजेत. कारण एखादी वस्तु बिलकुल विद्युद्युक्त नसली किंवा कांहीं कमी विद्युद्युक्त असली, तर दोहोंमध्यें सजातीय विद्युत् असूनहि आकर्षणच होईल. वास्तविक अपकृष्ट होणारी वस्तु आकृष्ट होण्याचा संभव आहे." असो.

परंतु कांचजन्य व लाक्षाजन्य अशा दोन प्रकारच्या दोन विद्युत् असतात असें मानण्यांत डफेची चूक झाली होती असें आज सिद्ध झालें आहे. यानंतर कांहीं दिवसांनीं या दोन विद्युतांना धन विद्युत् व ऋण विद्युत् अशीं नांवें देऊन दृष्ट चमत्कारांचें स्पष्टीकरण करण्यांत आलें; कांहीं पदार्थ नेहमीं पदार्थाशीं संबद्ध असलेल्या प्रकारचीच विद्युत् उत्पन्न करतात असा समज होता. परंतु २० वर्षांनंतर एका आंग्लशास्त्रज्ञानें एकाच कांचेच्या नळीवर या दोन्ही प्रकारच्या विद्युत् एकसमयावच्छेदें उत्पन्न करून हा भ्रम कसा दूर केला हें पुढें लवकरच दाखविण्यांत येईल.

बोस याचे कुतूहलोत्पादक प्रयोग.—डफेच्या मृत्यूनंतर जोसेफ डेसॅग्युलिअर्स नामक त्याच्याच एका देशबांधवानें वाहतें पाणी विद्युद्युक्त करण्याचा पहिला प्रयोग केला; व मेघ हे विद्युद्युक्त पदार्थ असतील असें सुचविणारा बहुधा तोच पहिला शास्त्रज्ञ होता. परंतु या वेळीं म्हणजे १८व्या शतकाच्या मध्याच्या किंचित् आधीं जर्मनी हें प्रयोगांचें प्रमुख केंद्रस्थान होऊन इंग्लंड व फ्रान्स हे देश या बाबतींत किंचित् मागें पडले. जर्मनींत या वेळेचे प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ म्हणजे लिप्झिकचे अध्यापक ख्रिश्चन ऑगस्ट हॅन्सेन व जार्ज मॅथिअस बोस हे होत या दोघांनांहि जवळ जवळ हॉक्सबीच्याच धर्तीवर चाक व पट्यानें कांचेचे गोल फिरवून वीज उत्पन्न करण्याची कल्पना एकाच वेळीं पण स्वतंत्रपणानें सुचली.

या यंत्राच्या साहाय्यानें, डफे नळी घांसून जितकी विद्युत् उत्पन्न करूं शकत होता त्याहून किती तरी अधिक विद्युत् उत्पन्न करणें शक्य झालें; व त्यामुळें त्या शास्त्रज्ञांस विद्युत्स्फुलिंगाचे व आगीच्या फवाऱ्यांचे कित्येक विस्मयजनक प्रयोग करतां येऊं लागले. व बोसला मजेदार देखाव्याची मोठी हौस असल्याकारणानें त्यानें एक दिवस मेजवानी ठरवून तिला मोठमोठे पाहुणे बोलाविले. मंडळी येण्याचे अगोदर त्याच्या मेजवानीचें मोठें मेज त्याच्या पायांखाली राळेच्या बैठकी ठेवून विन्यस्त म्हणजे विद्युत्स्थापित केलें व तें दुसऱ्या एका खोलीतील विद्युज्जनक यंत्राशीं जोडून ठेवलें. सर्व तयारी होऊन पाहुणे खुर्चीवर बसणार तोंच, बोसनें तें यंत्र चालू करण्याविषयीं हळूच सूचना केली. तेव्हां एकदम बशांतून, पुष्पांतून व इतर पदार्थांतून आगीचे फवारे निघूं लागून प्रत्येक जण विस्मयचकित झाला.

आपल्या पाहुण्यांनां याहूनहि अधिक आश्चर्यचकित करण्यासाठीं बोसनें एका सुंदर तरुणीला विद्युत्स्थापित करून तिला दुसऱ्या खोलींतील विद्युज्जनक यंत्राशीं कांहीं युक्तीनें जोडून ठेविलें होतें. मेजवानीस मंडळी जमतांच त्यानें तिचा प्रत्येक पाहुण्याशीं परिचय करून देण्यास सुरुवात केली. पण पाहुण्यानें तिच्या हातास स्पर्श करतांच त्याला विद्युद्धक्का बसून चक्कर आल्यासारखें होत असे. एवढ्यानेंच संतुष्ट न होतां बोसनें आपल्या पाहुण्यांस त्या तरुणीचें चुंबन घेण्यास सांगितलें. त्यांपैकीं ज्या कांहींनीं तसें करण्याचें धाडस केलें, त्यांनां इतक्या जोराचा विद्युद्धक्का बसला कीं त्यांचे दांत पडतात कीं राहतात असें त्यांस होऊन गेलें.

विद्युत्स्फुलिंगाबद्दलचे लुडॉल्फचे प्रयोग.— पण अशा प्रकारचे महत्त्वाचे प्रयोग करणारा बोस हा एकटाच जर्मन शास्त्रज्ञ नव्हता. अनेक जर्मन शास्त्रज्ञांचे विद्युच्छास्त्रासंबंधीं प्रयोग चालू होते. बोसचे प्रयोग चालू असतां ख्रिश्चन फ्रीड्रिक लुडॉल्फ नांवाच्या दुसऱ्या एका जर्मन शास्त्रज्ञानें विद्युत्स्फुलिंग म्हणजे प्रत्यक्ष अग्निच होय हें सिद्ध करून दाखविलें. हा प्रयोग त्यानें १७४४ मध्यें बर्लिन येथील शास्त्रीय विद्यापीठांतील दिवाणखान्यांत शास्त्रज्ञांपुढें व्याख्यान देत असतांना केला.

आपल्या व्याख्यानांत विद्युच्छास्त्रांतील कांहीं सुप्रसिद्ध असे प्रयोग करून दाखवीत असतांना त्याला एकदम अशी कल्पना सुचली कीं, कांचेच्या नळीनें एखाद्या ज्वालाग्राही द्रव्याच्या पृष्ठभागावर, विद्युत्स्फुलिंग पाडून तें द्रव्य पेटवून दाखवावें. हा प्रयोग त्याला पेल्यांतील पाण्याच्या पृष्ठभागास विद्युद्युक्त कांचेच्या नळीनें स्पर्श करून स्फुलिंग उत्पन्न करण्याचा मामूल प्रयोग करीत असतां सुचला त्यानें आपल्या श्रोत्यांनां आपण काय प्रयोग करणार आहों तें सांगितलें, व इथ्र द्रव घेऊन त्याला विद्युद्युक्त कांचेच्या नळीचा स्पर्श केला. कांचेच्या नळीचा इथ्रला स्पर्श होतांच ती पेट घेऊन जळूं लागली, व त्यावरून विद्युत्स्फुलिंग म्हणजे अग्निच होय हें निर्विवाद सिद्ध झालें.

या प्रयोगाची बातमी बोसला कळविण्यांत येतांच त्यानें आपण हा प्रयोग कित्येक ज्वालाग्राही पदार्थांवर अगोदरच केला असल्याचें जाहीर केलें, व हें कांहीं अंशीं संभवनीयहि आहे. कारण तो नेहमीं हे स्फुलिंगासंबंधीं प्रयोग करीत असे, व या प्रयोगांत कांहीं पदार्थांनीं आकस्मिकपणें पेट घेतलाहि असावा. तें कांहींहि असलें तरी एवढें मात्र खरें कीं, त्यानें या बाबतींत प्रयोग करणें तसेंच पुढें चालू ठेवून त्यांत बरेंच यश मिळविलें. सरतेशेवटीं त्यानें स्फुलिंगानें दारूचा स्फोट करून दाखविला. सुरुंग लावणें, तोफ उडवणें वगैरे कामाकडे जिचा हल्लीं सार्वजनिक उपयोग करण्यांत येतो त्या विद्युत्-प्रज्वालक नलिकेच्या मुळाशीं हा प्रयोगच होता असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. उत्तरध्रुवाच्या आसमंतांतील अरुण प्रकाशाचें विद्युज्जागृत नळींतील प्रकाशाशीं सादृश्य पाहून सुमेरुज्योति ही विद्युन्मूलक असावी असें यानेंच प्रथम सुचविलेलें दिसतें.

या मौजेच्या प्रयोगांनीं विद्युत् ही एक आश्चर्यजनक गूढ वस्तु आहे अशी लोकांची कल्पना झाली व सामान्य जनतेस व शास्त्रज्ञांस विद्युत्मुळें कांहीं तरी नवीन चमत्कारिक शोध लागतील अशी आशा वाटूं लागली. बोसला तर फारच हुरूप आला होता, व जोराचे विद्युत्प्रवाह उत्पन्न करण्यासाठीं त्यानें वीस फूट लांबीची आपली दुर्बिणीची नळी देखील वाया दवडली. या नवीन विद्युज्जनक यंत्रानें त्याला मनुष्याच्या अंगास त्याच्या स्फुलिंगाचा स्पर्श झाला असतां त्याची कातडीस इजा होण्याइतकी शक्तिमान् विद्युत् उत्पन्न करतां आली.

स्थिरविद्युत्चा वैद्यकांत उपयोग.—या वेळपर्यंत विद्युत् ही शास्त्रज्ञांनां एक आश्चर्यकारक गोष्ट एवढेंच वाटत होतें, निदान तिचा व्यवहारांत कांहीं उपयोग तरी करून घेण्यांत आला नव्हता. ज्याप्रमाणें विद्युच्छोध लावणारा शास्त्रज्ञ गिलबर्ट हा धंदेवाइक वैद्य होता, त्याप्रमाणें विद्युत्चा व्यवहारांत उपयोग करून दाखविणारा पहिला शास्त्रज्ञहि वैद्यच होता व त्यानें तिचा वैद्यकांतच उपयोग करून दाखविला होता. इ. स. १७४३ त हॉल येथील वैद्यकीचा अध्यापक गॉटलीब क्रूगर यानें वैद्यकाच्या कांहीं शाखांत विद्युत्चा उपयोग करितां येईल असें सुचविलें. नंतर पुढल्याच वर्षी, विद्युत्चा शरीरावर काय परिणाम होतोः तें पाहण्याकरितां ख्रिश्चन गॉटलीब क्राट्झेन्स्टीन यानें पहिला प्रयोग केला. तेव्हां त्याला असें आढळून आलें कीं " विद्युत्संयोगानें हृदयक्रिया जलदीनें होऊं लागते, रुधिराभिसरण वाढतें आणि स्नायू आकुंचित होतात. " नंतर त्यानें कांहीं कांहीं रोगांवर विद्युत्चा उपयोग करण्यास सुरुवात केली. संधिवातावर व विशेषतः अंगबधिरतेसारख्या कांहीं मज्जातंतुविकारावर त्याचा फार उपयोग होतो असें त्याला आढळून

आलें. ही दीडशतकाहून अधिक दिवसांपूर्वीची गोष्ट झाली पण आज देखील या विद्युत्‌चा सर्वांत महत्त्वाचा उपयोग म्हणजे मज्जातंतुविकारासंबंधीं रोग बरे करणें हाच होय.

विद्युद्गति अजमावण्याचा प्रयत्न.—अठराव्या शतकाच्या मध्यकालांत विद्युज्जनक यंत्रें तयार करण्याचें सर्व यूरोपभर वेडच पसरलें होतें. पूर्वीचे हातानें घासण्याचे गोळे जाऊन त्यांच्या जागीं हळू हळू लोंकरीच्या कापडावर किंवा गादीवर घासल्या जाणाऱ्या वृत्तचिती अस्तित्वांत आल्या. या वृत्तचिती चाक व पट्टा यांच्या साहाय्यानें पायानें फिरविण्याची व्यवस्था केलेली असे. याचा परिणाम असा झाला कीं पूर्वीपेक्षां बराच जोराचा विद्युत्प्रवाह उत्पन्न करतां येऊं लागला. अशाच एका यंत्राच्या साहाय्यानें प्रयोग करीत असतां जोहान व्हीक्स विंक्लर यानें विद्युद्गति किती असते तें अजमावण्याचा प्रयत्न केला. हें करण्यासाठीं त्यानें रेशमी दोऱ्याच्या तुकड्यांनीं एक दोरी टांगून यंत्राला जोडलेलें टोंक व ज्याच्या योगानें सोनेरी वर्खाच्या तुकड्यांचें आकर्षण व्हावयाचें होतें तें दुसरें टोंक हीं दोन्हींहि आपल्यापासून थोड्या अंतरावर राहतील अशी तजवीज केली. उद्देश हा कीं त्यायोगें दोरीच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत विद्युत्प्रवाह जाण्यास किती वेळ लागला हें आपणांस स्पष्ट पाहतां यावें. या दोरीची लांबी शंभर फुटांपेक्षां थोडी-अधिक एवढीच काय ती होती. हें अंतर अर्थात् पुरेसें मोठें नव्हतें, व तेवढें अंतर विद्युत्‌नें केवळ निमिषमात्रांत आक्रमण केलेलें आढळून आलें.

स्थिरविद्युत्‌चा यंत्रें करण्याकडे उपयोग.—विद्युत् उत्पन्न करण्याची नवी सुधारलेली पद्धत प्रचारांत आली. तेव्हां कित्येक शास्त्रज्ञांनीं तिचा व्यवहारांत उपयोग कसा करतां येईल हें शोधून काढण्याचा प्रयत्न चालविला. हा प्रयत्न करण्याचें एक मुख्य कारण म्हणजे विद्युत् हें केवळ शास्त्रज्ञांचें एक खेळणें आहे अशी लोक टीका करूं लागले होते. विद्युत्‌ची थोडीबहुत व्यवहारोपयोगी यांत्रिक रचना करण्याच्या कामीं यश मिळविणाऱ्या आद्य शास्त्रज्ञांपैकीं अँड्रयू गॉर्डन हा एक होता. हा स्कॉटीश भिक्षु होता. यानें आपोआप वाजणारी विद्युद्घंटा व एक लहानसें गत्युत्पादक यंत्र तयार केलें. या दोनहि यंत्रांचा जरी वस्तुतः व्यवहारांत कोणताहि महत्त्वाचा उपयोग नव्हता, तरी त्याच्या प्रयत्नाची दिशा बरोबर होती. व हीं यंत्रें आधुनिक विद्युद्घंटा व गत्युत्पादक यंत्रें यांहून अगदीं भिन्न तत्त्वांवर बनविलेलीं असलीं तरी त्यांनां त्यांचें पूर्वज म्हणण्यास हरकत नाहीं. हें गत्युपादक यंत्र म्हणजे ज्याच्या कांठावर धातूचे कांटे बसविले आहेत असें एक चाक होतें. विद्युज्जनक घर्षणयंत्राच्या साहाय्यानें या चाकाच्या कांट्यावर विद्युत्संयोग होईल अशी व्यवस्था करण्यांत आली होती व त्यामुळें तें चाक एकसारखें फिरत राही. परंतु विद्युत्संयोगानें प्राप्त होणारी शक्ति फारच अल्प होती. केवळ चाक फिरविण्यापलीकडे तिच्याकडून अधिक काम होणें शक्य नव्हतें. व्यवहारांत उपयोगीं पडण्यासारखें गत्युत्पादक यंत्र तयार होण्यास विद्युच्चुंबकीय प्रवर्तन व चलविद्युद्घटमाला या दोन शोधांची आवश्यकता होती.

शांत स्वभावाच्या गॉर्डनला बोसप्रमाणेंच चमत्कृतिजनक प्रयोग करण्याची हौस होती. त्यानेंच प्रथम विद्युद्युक्त जलप्रवाह अल्कहलच्या भांड्यांत सोडून अल्कहल पेटविलें. व अशा रीतीनें पाण्याच्या योगानें अग्नि उत्पन्न करण्याची लौकिकविरुद्ध गोष्ट करून दाखविली. त्याचप्रमाणें त्यानें बारीक तारांतून ७१० फूट अंतरावर विद्युत् नेऊन तेथें विद्युत्संयोगानें लहान पक्षी व प्राणी मारून दाखविण्याचेहि प्रयोग केले.

स्थिरविद्युद्घटाचा शोध.—हा वेळपर्यंत कोणासहि विद्युत्संचय करण्याचें किंवा घर्षणाशिवाय इतर रीतीनें विद्युत् उत्पन्न करण्याचें ज्ञान झालें नव्हतें. पण लवकरच कॅमीन(पामेरानिआ) येथील डीन व्हॉन क्लीस्ट व लेडन येथील सुप्रसिद्ध शिक्षक मशेनब्रोक या दोन प्रयोगाभिज्ञांनीं एकाच वेळीं पण स्वतंत्रपणें, ज्याला तेव्हांपासून ‘ लेडनजार ’ हें नांव पडलें आहे, त्या स्थिरविद्युद्घटाचा शोध लावला. या घटाच्या शोधाचें श्रेय जरी मशेनब्रोकला दिलें जातें, तरी पण त्याच्या अगोदर कांहीं थोडे महिने तरी व्हॉन क्लीस्ट यानें त्या घटाचा शोध लावला होता, यांत मुळींच शंका नाहीं.

व्हॉन क्लीस्ट याला असें आढळून आलें कीं एक अरुंद तोंडाची कुपी घेऊन तींत पारा किंवा अल्कहल व त्यांत एक लोखंडाचा खिळा घातला तर विद्युज्जनक घर्षणयंत्रानें ती कुपी विद्युद्युक्त केल्यास तिच्यामधील विद्युज्जागृति कांहीं वेळपर्यंत टिकूं शकते.

आधुनिक स्थिरविद्युद्घटाशीं साम्य असलेला असा दुसराहि एक प्रकार त्यानें अंशतः पाण्यानें भरलेली उष्णमापकाची नळी व शिशाचें बारीक डोकें असलेली तार यांच्या साहाय्यानें तयार केला होता. असल्या उपायांनीं विद्युज्जागृति कित्येक तासपर्यंत कायम ठेऊन विद्युज्जनक घर्षणयंत्राप्रमाणेंच मद्यार्क पेटविणें वगैरे विद्युच्चमत्कार करून दाखवितां येतात. हे प्रयोग प्रथम इ. स. १७४५ च्या आक्टोबर महिन्यांत करण्यांत आले. यानंतर एक महिना आणखी दुसरे कित्येक प्रयोग करण्यांत घालविल्यावर व्हॉन क्लीस्ट यानें आपल्या प्रयोगासंबंधीं पुढें दिलेली हकीकत बर्लिन येथील लिबरकून हाल येथील डॉ. क्रूगर व दुसरे कित्येक प्रमुख शास्त्रज्ञ यांच्याकडे पाठविली.

“ एखादा खिळा किंवा पितळेची जाड तार औषधें ठेवण्याच्या कुपींत ठेवून ती विद्युद्युक्त केली तर कित्येक चमत्कारिक परिणाम दृष्टोत्पत्तीस येतात. ही कुपी चांगली कोरडी किंवा गरम मात्र असली पाहिजे. मी बहुधा प्रयोग करण्याच्या कामीं बोटावर खडूची भुकटी घेऊन ती त्या कुपींत ठेवलीं. थोडासा पारा किंवा मद्यार्कांचे थेंब घेऊन

ते त्या कुपींत टाकले तर प्रयोग चांगला यशस्वी होतो. ही कुपी विद्युज्जनक यंत्रापासून किंवा कांचेच्या नळीपासून दूर केल्यावर बराच वेळपर्यंत तींतून अग्नीची ज्वाला निघत असलेली दृष्टीस पडते. इतका वेळ कीं, हें जळणारें यंत्र हातांत घेऊन मी आपल्या खोली सभोंवती सुमारें साठांहून अधिक पावलें फिरलों असेन. ही कुपी अतिशय विद्युद्युक्त केली, तर मला ती दुसऱ्या खोलींत नेऊन तिच्या साहाय्यानें मद्यार्का सारखे पदार्थ पेटवितां येतात व ती विद्युद्युक्त असतांना मीं तिच्या खिळ्यावर आपलें बोट ठेविलें तर विद्युद्धक्का बसून माझ्या खांद्यास जोराचा हिसका बसतो.

" एखाद्या विद्युत्क्षम पदार्थावर पत्र्याची नळी ठेविली किंवा मनुष्य उभा केला, तर या कुपीच्या साहाय्यानें त्यांस वरेंच विद्युद्युक्त करितां येतें. ही कुपी व खिळा जेव्हां मी मजजवळ असलेल्या पंधरा फूट लांबीच्या पत्र्याच्या नळीस लावितों तेव्हां त्यांत किती वीज येते याची अनुभवाशिवाय कोणासहि कल्पना करतां येणार नाहीं. माझी खात्री आहे कीं, अशा रीतीनें मनुष्यास विद्युद्युक्त केल्यावर बोस यानें दुसऱ्यांदा चुंबन घेण्याचें कधीं धाडस केलें नसतें. दोन पातळ कांचा या विद्युद्धक्क्यानें फुटल्या आहेत. ही कुपी व खिळा हीं विद्युद्वाहक किंवा विद्युत्स्थापक पदार्थांस लावून ठेविली तर जोराचा विद्युद्धक्का कां बसूं नये हें कळत नाहीं. मी त्यांस लांकूड, धातु, कांच, लाख इत्यादि पदार्थांस जोडून ठेविलें तेव्हां त्यांस विद्युद्युक्त करण्याचा कितीहि प्रयत्न केला, तरी त्यावर त्याचा बिलकुल परिणाम झाला नाहीं. अर्थात् मनुष्याच्या शरीराचाच त्यांवर कांहीं तरी परिणाम होत असला पाहिजे. कारण मला ती कुपी हातांत धरल्या शिवाय मद्यार्क पेटाविणें वगैरे चमत्कार करून घेतां आले नाहींत. "

असें दिसतें कीं, ज्यांनां व्हॉनक्लीस्ट यानें आपल्या प्रयोगाची हकीकत लिहून कळविली होती, त्यांनां त्याचप्रमाणें चमत्कार दिसून आले नाहींत. आणि याच कारणामुळें पामेरानिआच्या ह्या अप्रसिद्ध शास्त्रज्ञाचा शोध लोक लवकरच विसरून गेले.

मशेनब्रोक यानें आपला शोध व्हॉन क्लीस्टच्या मागून अवघ्या दोनच महिन्यांनीं लाविला. परंतु मशेनब्रोक हा सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ असल्यामुळें त्याच्या शोधाचा लवकरच जिकडे तिकडे गाजावाजा झाला. मशेनब्रोक हा यूरोपांतील इतका सुप्रसिद्ध शिक्षक होता कीं, अनेक विश्वविद्यालयें व राजे लोक त्याला आपल्या चाकरींत ठेवण्यासाठीं धडपड करीत होते. अर्थात् अशा माणसानें कांहीं शोध लावतांच त्याची यूरोपच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत प्रसिद्धि झाली असल्यास त्यांत मोठेंसें नवल नाहीं. दुसरें कांहीं चांगलेंसें नांव न सांपडल्यामुळें लेडनच्या या अध्यापकानें शोधून काढलेल्या यंत्रास " लेडनजार " (स्थिरविद्युद्घट) असें म्हणत. मशेनब्रोकनें आपला शोध अगदीं स्वतंत्रपणें लाविला होता, इतकेंच नव्हे तर त्यास व्हॉन क्लीस्ट याचें नांवहि ठाऊक नव्हतें.

मशेनब्रोकचा शोध केवळ आकस्मिक रीतीनें लागला होता. विजेची शक्ति अजमावण्यासाठीं त्यानें बंदुकीची पुढची नळी टांगून ठेवून कांचेच्या फिरत्या गोळ्यानें तिला विद्युद्युक्त केलें. कांचेच्या गोळ्याच्या समोर असलेल्या नळीच्या टोंकांतून एक पितळेची तार बाहेर आली असून ती अर्धवट पाण्यानें भरलेल्या कांचेच्या पेल्यांत सोडली होती. हा कांचेचा पेला त्यानें एका हातांत धरला होता व दुसऱ्या हातानें तो बंदुकीच्या नळींतून विजेच्या ठिणग्या उत्पन्न करण्याचा प्रयत्न करीत होता. इतक्यांत ज्या हातांत त्यानें कांचेचा पेला धरला होता, त्या हातास जोराचा धक्का बसला, व आपल्या अंगावर वीज पडली असावी असा त्यास भास होऊन आपण आतां वांचत नाहीं, असें क्षणमात्र त्यास वाटलें. तथापि त्यानें आपले प्रयोग तसेच चालू ठेविले. तेव्हां त्याला असें आढळूंन आलें कीं, जर तो पेला मेजावर एक धातूचा तुकडा ठेवून त्यावर ठेविला तर एका हातानें धातूच्या तुकड्यास व दुसऱ्या हातानें त्या तारेस स्पर्श केला असतां—म्हणजे विद्युत्संयोग होण्यास शरीरांतून वाट करून दिली असतां—पूर्वीप्रमाणेंच विद्युद्धक्का बसतो. हा प्रयोग व्हॉन क्लीस्ट यानें कुपी व खिळा यांच्या साहाय्यानें केलेल्या प्रयोगाप्रमाणेंच आहे. फरक इतकाच कीं, मशेनब्रोक याच्या प्रयोगावरून आणखी असें आढळून आलें कीं, व्हॉन क्लीस्ट याची समजूत झाली होती त्याप्रमाणें हा प्रयोग यशस्वी करण्यास विद्युद्घट हातांत धरण्याची आवश्यकता असतेच असें नाहीं.

यानंतर पुढें लवकरच दानिएल ग्रालाथ यानें एका घटानें होतो त्यापेक्षां बलवत्तर विद्युत्संयोग करण्याकरितां अनेक विद्युद्घट एकमेकांस जोडण्याची कल्पना काढिली. ही विद्युद्घटमाला तयार करण्याची कल्पना नवीन होती व तिच्या योगानें पक्षी किंवा लहान प्राणी ठार मारण्याइतका जोराचा विद्युत्संयोग होऊं शकत होता. ग्रालाथ यानें विद्युत्संयोगाची शक्ति मोजण्याचाहि प्रयत्न करून पाहिला, परंतु लवकरच त्यानें निराश होऊन आपला प्रयत्न सोडून दिला.

अगदीं साध्या साधनांच्या साहाय्यानें जोरदार विद्युत्संयोग उत्पन्न करणाऱ्या (स्थिर) विद्युद्घटाचा शोध लागतांच सर्व यूरोपभर निरनिराळ्या प्रकारचे चमत्कृतिजनक प्रयोग होऊं लागले. या प्रयोगांनीं राजेरजवाडे व अमीर उमराव यांच्या मनांत जिज्ञासा उत्पन्न होऊन विद्युत् ही केवळ शास्त्रज्ञांचेंच खेळणें राहिली नाहीं. एतद्विषयक तत्कालीन लोकप्रिय प्रयोग म्हटला म्हणजे तारांच्या तुकड्यांनीं एकमेकांस जोडलेल्या शिपायांच्या लांबलचक रांगेतून वीज पाठवून विद्युत्संयोग करणें हा होय. अशा

रीतीनें विद्युत्संयोग करतांच सर्व शिपाई एकदम दचकून उडया मारीत, व पाहुणरास मोठी मौज वाटे. पॅरिस येथील एका भिक्षूनें आपल्या राजाची करमणूक करण्याकरितां अनेक प्रयोग तयार केले होते. त्यांतील ज्या प्रयोगांत तो ९०० शिपायांची संबंध पलटणची पलटण एकत्र जोडून विद्युत्संयोगानें तिच्यांतील सर्व शिपायांस एकसमयावच्छेदेंकरून उडया मारण्यास व तोंडें वेडीं वांकडीं करण्यास लावीत असे त्या योगानें राजदरबारांतील पाहुणे मंडळींची अतिशय करमणूक होत असे.

वॅटसनचें विद्युन्मंडल व त्यांत पृथ्वीचा उपयोग.–या नवीन शोधामुळें साहजिकच नवीन संज्ञा घडविण्याची आवश्यकता भासूं लागली, व तत्कालीन अनेक शास्त्रीय लेखक विद्युद्विषयक नवीन नवीन संज्ञा आपल्या लेखांत वापरूं लागले. विल्यम वॅटसन हा अशाच प्रकारचा एक आङ्ग्ल लेखक असून त्याचें लेखनाप्रमाणेंच संशोधनहि दांडगें होतें. त्यानें घडविलेल्या अनेक संज्ञांपैकीं सर्किट म्हणजे विद्युन्मण्डल ही संज्ञा सोडून बाकीच्या सर्व आज प्रचारांतून नाहींशा झाल्या आहेत.

इ. स. १७४६ त लुई गिलॉमे ले मोनिअे या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें एका तळ्याच्या अर्ध्या भागाभोंवतीं एक सांखळी टाकून धातु व पाणी यांचें मिळून एक मोठें विद्युन्मंडल तयार केलें. या सांखळीचें प्रत्येक टोंक एकएका माणसाच्या हातांत असून त्यांपैकीं एकानें आपला मोकळा हात पाण्यांत बुडविला होता, व दुसरा आपल्या मोकळ्या हातांत विद्युद्घट घेऊन त्यास तो पाण्यावर तरंगत ठेवलेल्या बुचास एक जाड तार खोंचली होती तिच्या टोंकांजवळ नेत असे. विद्युद्घट तारेजवळ नेतांच दोन्हीहि इसमांस एकसमयावच्छेदेंकरून धक्का बसत असे. एक वर्षानंतर वॅटसननें हाच प्रयोग आणखी मोठ्या प्रमाणावर केला. त्यानें सुमारें बाराशें फूट लांबीची एक तार थेम्स नदीवरील वेस्ट मिन्स्टर पुलावरून नेऊन तिचीं दोन्ही टोंकें समोरा समोरच्या किनाऱ्यावर पाण्याच्या कांठीं आणिलीं. या तारेचें एक टोंक एका माणसानें आपल्या हातांत धरून दुसऱ्या हाताचें बोट त्यानें पाण्यांत बुडविलें होतें. पैलतीरावर असलेल्या दुसऱ्या एका इसमानें एका हातांत तारेचें टोंक व दुसऱ्या हातांत विद्युद्घट घेतला होता; व तिसऱ्या एका इसमानें एका हातांत पाण्यांत सोडलेली दुसरी एक तार धरून दुसऱ्या हातानें तो विद्युद्घटास स्पर्श करीत असे. अशा रीतीनें विद्युद्धक्का तर उत्पन्न करतां आलाच, पण प्रयोगशाळेंतल्या इतक्या सुलभ रीतीनें पैलतीरावर असलेला अल्कहल देखील पेटवितां आला. या प्रयोगांत वॅटसनला असें आढळून आलें कीं, सांखळीपेक्षां तार ही अधिक चांगली विद्युद्वाहक असते. तारेची जास्त विद्युद्वाहकता तिला धातूच्या संलग्नपणामुळें प्राप्त होते असें जें त्यानें यासंबंधीं कारण सांगितलें तें बरोबरच आहे.

वॅटसननें अशा प्रकारचे अनेक प्रयोग केले. यांपैकीं एक त्यानें ८०० फूट लांबीच्या जलप्रवाहावर केला होता. पाण्याप्रमाणें पृथ्वीचाहि विद्युन्मण्डलाचा भाग म्हणून उपयोग करतां येईल ही पुढील कित्येक महत्त्वाच्या शोधास अत्यावश्यक असलेली गोष्ट अशा प्रकारचे प्रयोग करीत असतांच त्याच्या ध्यानांत आली. तारेची लांबी वाढवितां वाढवितां शेवटीं त्यानें चार मैल इतकें मोठें विद्युन्मण्डल केलें; परंतु इतक्या अन्तरावरहि विद्युत् केवळ निमिषमात्रांत जाऊन पोहोंचते, विद्युत्स्थापन निर्दोष असलें, तर तिची शक्ति यत्किंचित्हि कमी होत नाहीं असें त्यास आढळून आलें.

बेंजामिन फ्रांकलिन.—वॅटसनच्या लेखांनीं संशोधनाचें क्षेत्र अटलांटिक महासागराच्या पलीकडे नेल्यामुळें संशोधकांत अमेरिकन शास्त्रज्ञाचें नांव पहिल्या प्रथमच झळकूं लागलें. हा शास्त्रज्ञ केवळ यूरोपीय शास्त्रज्ञांच्या तोडीचाच निघाला नाहीं तर त्याहूनहि त्यानें अधिक कीर्ति मिळविली. बेंजामिन फ्रांकलिन या फिलाडेल्फिआच्या रहिवाशाच्या हातीं वॅटसनचीं पुस्तकें आलीं, तेव्हां त्याला त्यांत वर्णन केलेल्या प्रयोगांची इतकी गोडी लागली कीं, त्यानें स्वतःच विद्युद्विषयक प्रयोग करण्यास आरंभ केला. वॅटसनच्या ग्रंथांत निरनिराळ्या प्रयोगांसंबंधीं माहिती दिली असल्यामुळें फ्रांकलिन यास जुने प्रयोग पुन्हां करून पाहतां आले; व त्याला स्वतःलाहि कित्येक नवीन प्रयोग बसवितां आले. शास्त्रीय संशोधनांत फ्रांकलिन बरोबर त्याच्या इतकेंच लक्ष घालणारे टॉमस हॉप्किन्सन, फिलिपसिंग व एबेंझेर किनरस्ली हे आणखी तीन शास्त्रज्ञ होते. हे सर्व नेहमीं एकत्रच प्रयोग करीत असत; तथापि फ्रांकलिन यानें आपले शोध स्वतंत्रपणेंच लाविलेले दिसतात.

अणकुचीदार पदार्थांतील विद्युत्क्षेपण व विद्युन्नाशन धर्म.–फ्रांकलिन हा यूरोपिय संशोधकांच्या प्रगतीची नेहमीं माहिती ठेवून प्रयोग करीत असे. त्याला प्रयोगाअंतीं लवकरच असें आढळून आलें कीं, अणकुचीदार पदार्थांत आपल्या मधील विद्युत बाहेर टाकण्याचा व दुसऱ्या विद्युद्युक्त पदार्थांस विद्युद्रहित करूं शकण्याचा धर्म असतो. एतद्विषयक प्रयोगाचें वर्णन त्यानें पुढीलप्रमाणें लिहून ठेविलें आहेः—

"तीन किंवा चार इंच व्यासाचा एक लोखंडाचा गोळा स्वच्छ व कोरड्या अशा एका कांचेच्या बाटलीच्या तोंडावर ठेवा; व या बाटलीच्या तोंडावर गोटीच्या आकाराची एक बुचाची गोळी लोखंडाच्या गोळ्यावर टेकून राहील अशा बेतानें दोऱ्यानें टांगा. आतां त्या लोखंडाच्या गोळ्यास विद्युद्युक्त केलें कीं बुचाच्या गोळीचें प्रतिसारण होऊन कमीअधिक विद्युत् असेल त्याप्रमाणें ती चारपांच इंच किंवा त्याहून कमीजास्त दूर जाईल. अशा स्थितींत जर तुम्हीं लोखंडाच्या गोळ्यापासून सहा किंवा आठ इंच अंतरावर, एका बारीक व लांब टोंच्याचें अणकुचीदार टोंक धरलें, तर प्रतिसारण

एकदम नष्ट होऊन बुचाची गोळी लोखंडाच्या गोळ्यावर येऊन आदळेल. एखादा अणकुचीदार बोथट पदार्थ घेतला, तर तोच परिणाम घडवून आणण्याकरितां तो लोखंडाच्या गोळ्यापासून एक इंच अंतरावर आणून विद्युत्स्फुलिंग घ्यावें लागेल.

" ' विद्युद्वन्हि ' हा अणकुचीदार टोंकानें काढून टाकितां येतो हें पाहावयाचें असल्यास टोंच्याचें पातें लांकडाच्या मुठींतून काढून त्याला लाखेच्या दांड्यांत बसवा. आतां जरी या टोंच्याचें टोंक लोखंडाच्या गोळ्यापासून पूर्वी इतक्याच अंतरावर किंवहुना त्याहूनहि जवळ नेलें तरी त्याचा कांहीं परिणाम होत नाहीं. परंतु लाखेच्या दांड्यावर बोट ठेवून तें हळूहळू पुढें सरकवूं लागला, तर त्याचा पात्यास स्पर्श होतांच बुचाची गोळी लोखंडाच्या गोळ्यावर येऊन आदळते. जर तुम्ही हा प्रयोग अंधारांत केला, तर टोंच्याचें टोंक एक फूट अंतरावर असतांच त्यावर काजव्याच्या प्रकाशाप्रमाणें प्रकाश चमकूं लागेल. टोंच्याचें टोंक जितक्या अंतरावर आणिलें असतां त्यावर हा प्रकाश दिसूं लागतो, तेवढ्या अंतरावरून तुम्हास ' विद्युद्वन्हि ' काढून टाकितां येतो व प्रतिसारणशक्तीहि नाहींशी करितां येते. या कामीं लोखंडाच्या अणकुचीदार पदार्थाप्रमाणें लांकडाचेहि अणकुचीदार पदार्थ—ते कोरडे असले तर—उपयोगी पडूं शकतील. पूर्णपणें कोरडें असलेलें लांकूड विद्युद्वहनाच्या कामीं लाखेइतकेंच निरुपयोगी असतें.

" अणकुचीदार पदार्थ ज्याप्रमाणें दुसऱ्या पदार्थांतील ' विद्युद्वन्हि ' बाहेर काढून टाकतात, त्याचप्रमाणें ते स्वतः मधील ' विद्युद्वन्हि ' हि बाहेर टाकीत असतात. याची प्रचीति पहावयाची असल्यास, एक लांब धार असलेली सुई उपर्युक्त प्रयोगांतील लोखंडाच्या गोळ्यावर ठेवा. असें केलें म्हणजे तुम्ही कितीहि प्रयत्न केले तरी लोखंडाचा गोळा विद्युद्युक्त होऊन बुचाच्या गोळ्याचें प्रतिसारण होणार नाहीं. किंवा एखाद्या टांगलेल्या बंदुकीच्या नळींत एक सुई संगिनीप्रमाणें बाहेर राहील अशा रीतीनें बसवा; म्हणजे सुई असे तोंपर्यंत विद्युज्जागृत कांचेच्या नळीनें स्पर्श करून ती बंदुकीची नळी विद्युद्युक्त केली जाणार नाहीं. कारण, बंदुकीच्या नळींत वीज आल्यावर ती सुईच्या अग्रांतून शांतपणें बाहेर निघून जाईल. हा प्रयोग तुम्ही अंधारांत करूं लागला, तर तुम्हांस पूर्वीप्रमाणें सुईच्या अग्राभोंवतीं प्रकाश दिसूं लागेल. "

व्हॉन गेरिक, हॉक्सबी व ग्रे यांच्या देखील लक्षांत अणकुचीदार पदार्थांच्या अंगीं विजेचें आकर्षण करण्याची एक विशिष्ट प्रकारची शक्ति असते, ही गोष्ट आली होती. पण ' विद्युद्वन्हि ' काढून टाकण्याचा उपर्युक्त प्रयोग प्रथम फ्रांकलिननेंच केला. फ्रांकलिननें यानंतर जी विद्युद्विषयक उपपत्ति सुचविली, ती देखील सर्वस्वी त्याची स्वतःचीच आहे. या उपपत्तींत दुसरा कांहीं गुण नसला तरी ती अतज्ज्ञ लोकांस विषय समजावून सांगण्यास फार उपयुक्त आहे. या उपपत्तीप्रमाणें विद्युत् ही एखाद्या प्रवाही पदार्थाप्रमाणें असून, प्रवाही पदार्थाप्रमाणेंच तिचें वाहकांतून वहन होऊं शकतें व सोइस्कर पात्रांत तिचा संचयहि करतां येतो. ही कल्पना कदाचित समूळ चुकीचीहि असेल तथापि तिच्या सारखी लोकांनां सहज समजणारी दुसरी एखादी उपपत्ति पुढें मांडली जाईपर्यंत तिचें बहुधा शास्त्रानभिज्ञ जनतेच्या मनांतून उच्चाटन होणार नाहीं.

फ्रांकलिनची विद्युद्विषयक उपपत्ति.—फ्रांकलिनच्या उपपत्तीप्रमाणें विद्युत ही प्रत्येक पदार्थांत मूळचीच वास करीत असते परंतु द्रवरूप पदार्थ एका सपाटींत येण्याचा प्रयत्न करतात त्याप्रमाणें ती नेहमीं समतोल स्थितींत येऊन त्या स्थितींत राहण्याचा प्रयत्न करीत असते. तथापि, ती कमीज्यास्ती करून ही समतोल स्थिति नष्ट करतां येते. जर एखाद्या पदार्थांत मामूलपेक्षां अधिक विद्युत् असली, तर त्यांत धनविद्युज्जागृति झाली आहे असें म्हणतात, व कमी असली तर ऋणविद्युज्जागृति झाली आहे असें म्हणतात. ज्यांत फाजील म्हणजे धन विद्युज्जागृति झाली आहे असा पदार्थ नेहमीं मामूल विद्युज्जागृति असलेल्या पदार्थास आपल्यामधील विद्युत् देईल व मामूलपेक्षां कमी म्हणजे ऋणविद्युज्जागृति असलेला पदार्थ मामूल विद्युज्जागृति असलेल्या पदार्थापासून विद्युत् ओढून घेईल.

ही उपपत्ति खरी धरून फ्रांकलिननें असें दाखविण्याचा प्रयत्न केला कीं, घर्षणानें विद्युत् नवीन उत्पन्न होत नसते, परंतु ती केवळ रूपांतरित स्थितींतून एकत्र केली जाते. कांचेचा गोळा घांसला म्हणजे तो आपल्याकडे ' विद्युद्वन्हि आकर्षण करून घेतो तरी ज्यांत कमी असेल त्यास आपला विद्युद्वन्हि देण्यास तो नेहमीं तयार असतो. (स्थिर) विद्युद्घटातील विजेचें स्पष्टीकरण त्यानें येणेप्रमाणें केलें होतें. आंतल्या बाजूस लावलेल्या कथलाच्या वर्खांत मामूलपेक्षां अधिक विद्युत् येते म्हणून त्यांत धनविद्युज्जागृति झालेली असते; परंतु बाहेर लावलेल्या कथलाच्या वर्खांतील विद्युत् मामूलहून कमी असते म्हणून त्यांत ऋणविद्युज्जागृति झालेली असते. विद्युद्घटाचा व वर्ख लावलेल्या कांचाचा बारकाइनें अभ्यास केल्यामुळें फ्रांकलिनला आपला घटमालेचा शोध लावतां आला. या घटमालेंत ज्यांच्या दोन्ही बाजू शिशाच्या वर्खांनीं आच्छादिल्या आहेत अशा अकरा मोठमोठ्या जाड कांचा होत्या. या यंत्रांतील कांहीं दोष दूर केल्यावर त्याच्या साहाय्यानें फ्रांकलिन यास ' अमर्यादित ' शक्तीचे कित्येक प्रयोग करून दाखवितां आले. तो म्हणतो कीं या यंत्रानें मी व्यवहारांत विद्युल्लतेनें जे मोठमोठे शक्तिकारक परिणाम घडून आलेले दिसतात त्यांहूनहि अधिक शक्तिकारक परिणाम घडवून आणूं शकतो.

विद्युल्लता व प्रयोगशाळेंतील विद्युत्.—विद्युल्लतेचा फ्रांकलिननें केलेला उपर्युक्त उल्लेख महत्वाचा आहे कारण त्यावरून मेघविद्युत् व प्रयोगशाळेंतील विद्युत्

या दोन्ही एकच आहेत, असा त्या काळीं देखील फ्रांकलिनचा समज होता. हॉक्सबी, वॉल, ग्रे व नोलेट यांच्या ध्यानांत विद्युत्स्फुलिंग व विद्युल्लता यांचें सादृश्य आलें होतें. परंतु त्यांपैकीं कोणींहि त्या दोन्हीं एक असण्याचा संभव आहे असा तर्क करण्यापलीकडे अधिक कांहीं केलें नाहीं. इ. स. १७४६ त जॉन फ्रांके या शास्त्रवेत्त्यानेंहि आपला असाच समज असल्याचें जाहीर केलें. यानंतर पुढें लवकरच विंक्लर यानें या दोन्ही विद्युत् एकच आहेत असें गृहीत धरून त्या दोन्ही भिन्न प्रकारच्या आहेत असें सिद्ध करण्यास कांहीं पुरावा नाहीं असें विधान केलें. तथापि, त्यानें स्वतः मात्र त्या एकच आहेत, असें सिद्ध करणारा कोणताहि पुरावा पुढें आणिला नाहीं.

फ्रांकलिनचा विद्युद्रक्षक कांबीचा शोध.–विद्युल्लतेचें वास्तविक स्वरूप काय आहे हें निश्चित ठरविण्यापूर्वी अणकुचीदार पदार्थांनीं विद्युत् काढून घेण्याचे प्रयोग करीत असतां फ्रांकलिनला ज्या कांहीं गोष्टी सुचल्या, त्यामुळें विद्युद्रक्षक कांबीचा शोध लागला. इ. स. १७५० च्या जुलै महिन्यांत त्यानें या विषयावर जें पत्र लिहिलें त्यांत ह्या कांबी कशा प्रकारें तयार कराव्या याविषयीं तपशीलवार हकीकत दिली आहे. फ्रांकलिन म्हणतो, “टोंकांच्या शक्तीचें हें ज्ञान मनुष्यास घरें, देवळें, जहाजें वगैरेंचें विजेपासून रक्षण करण्याच्या कामीं उपयोगी पडूं शकणार नाहीं काय? इमारतीच्या अत्युच्च भागीं, शेवटास सुईप्रमाणें अणकुचीदार केलेल्या व गंजूं नये म्हणून जिल्हई केलेल्या लोखंडाच्या कांबी उभ्या लावल्या, व या कांबीच्या खालच्या टोंकास एक तार जोडून ती इमारतीच्या बाहेर जमिनींत पुरली किंवा जहाज असलें तर पाण्यांत सोडली म्हणजे झालें. अशा रीतीनें अणकुचीदार कांबी, मेघ वीज पडण्याइतके जवळ येण्यापूर्वी त्यांतून वीज काढून घेऊन एका आकस्मिक व भयंकर आपत्तीपासून मनुष्याचें रक्षण करूं शकणार नाहींत काय?

“वीज असलेले मेघ विद्युज्जाग्रत असतात किंवा नाहीं, हें ठरविण्याकरितां शक्य असेल तेथें पुढील प्रयोग करून पाहतां येण्यासारखा आहेः—

एखाद्या उंच इमारतीच्या माथ्यावर एक मनुष्य व विजेची बैठक मावण्याइतकी मोठी शिपायाच्या चौकीसारखी एक लोखंडाची पेटी ठेवा. बैठकीच्या मध्यावर एक लोखंडाची कांब बसवून ती वळवून दाराबाहेर आणून चौकीच्यावर वीस किंवा तीस फूट सरळ उभी राहील अशी व्यवस्था करा. या कांबीचें वरचें टोंक अतिशय अणकुचीदार केलेलें असावें. ही विजेची बैठक स्वच्छ व कोरडी ठेवलेली असली व मेघ बऱ्याच खालून जात असला तर या बैठकीवर मनुष्य उभा राहिला असतां तो विद्युद्युक्त होऊन त्याच्या अंगांतून ठिणग्या काढतां येतील. कारण, लोखंडाची कांब मेघांतून विद्युत् काढून मनुष्यांत आणते. जर मनुष्यास कांहीं धोका होईल अशी भीति वाटत असेल (मला स्वतःला तसें कांहीं होईलसें वाटत नाहीं.) तर त्यानें बैठकीच्या खालींच उभें राहून मधून मधून जिचें एक टोंक शिशाच्या पट्यास जोडलेलें आहे, अशा एका लाखेच्या दांड्यानें हातांत धरलेला तारेचा फांस लोखंडाच्या कांबीजवळ आणीत जावा म्हणजे लोखंडाची कांब विद्युद्युक्त झाली असली तर, धरणारास कांहीं इजा न होतां कांब व तार यांच्यामध्यें विद्युत्स्फुलिंगें निघतील.”

विद्युल्लता व विद्युत्स्फुलिंग हीं एकच आहेत हें सिद्ध करण्याकरितां अगोदर जमविलेल्या पुराव्यांनीं समाधान न होऊन फ्रांकलिननें एक अत्यंत चमत्कारिक व सूचक प्रयोग सांगितला आहे. आंधळ्या माणसाच्या अंगावर वीज पडली तर त्याचा जीव जात नाहीं, असा कांहींचा अनुभव होता. आपल्या विद्युज्जनक यंत्रानें कबूतरांवर प्रयोग करीत असतां फ्रांकलिन यास असें आढळून आलें कीं, विजेनें जर कबूतर मेला नाहीं, तर कधीं कधीं त्याची दृष्टि जाते. या प्रयोगांची हकीकत फ्रांकलिननें रॉयल सोसायटीस जें सुप्रसिद्ध पत्र लिहिलें त्यांत सविस्तर दिली होती.

फ्रांकलिनच्या पत्रासंबंधीं रॉयल सोसायटीनें जी वृत्ति दाखविली, ती सामान्यतः गुणग्राहकता व उदार वृत्ति दाखविणाऱ्या या संस्थेच्या इतिहासास मोठी काळीमा आणणारी गोष्ट आहे. हें पत्र प्रसिद्ध करणें किंवा त्याचा नीट विचार करणें तर दूरच राहिलें; पण त्यांतील एकंदर वर्णन काव्यमय व अतएव विचार करण्यास निरुपयोगी ठरवून त्याची उलट थट्टाच करण्यांत आली. जो यूरोपमधील मोठमोठ्या शास्त्रज्ञांनां शोध लावितां आला नाहीं असा मोठा शास्त्रीय शोध ज्यानें यूरोपीय शास्त्रांचा केवळ पुस्तकांवरून अभ्यास केला होता अशा वसाहतींतील एका स्वयंसिद्ध वर्तमानपत्राच्या संपादकास कसा लावतां येईल? आहे खरें! या संस्थेच्या सभासदांपैकीं जर एखाद्यानें फ्रांकलिनचें अगदीं स्पष्ट शब्दांत लिहिलेलें पत्र वाचण्याची तसदी घेतली असती, तर त्यानें सुचविलेले प्रश्न विचारार्ह होते असें त्याच्या ध्यानांत आल्याविना राहिलें नसतें. तें कांहींहि असो; एवढें मात्र खरें कीं, त्या वेळीं त्यांनीं त्याच्या निबंधाचा विचार करण्याचें नाकारलें; व जेव्हां त्याची खरी किंमत त्यांनां कळून आली तेव्हां अगोदरच सर्वपरिचित झालेल्या लेखावर एक लांबलचक अहवाल लिहून त्यांनां आपली चूक कबूल करणें भाग झालें.

इंग्लिश शास्त्रज्ञांनीं फ्रांकलिनच्या लेखाचा विचार करण्याचें नाकारलें त्याप्रमाणें फ्रेंच शास्त्रज्ञांनीं मात्र केलें नाहीं. बफन यानें फ्रांकलिनच्या कांहीं प्रयोगांचें महत्त्व तावडतोब ओळखून त्याच्या त्या सुप्रसिद्ध पत्राचें फ्रेंच भाषेंत भाषांतर करविलें त्यामुळें केवळ शास्त्रज्ञच नव्हे, तर खुद्द राजा व त्याच्या दरबारांतील अमीर उमराव यांच्याहि मनांत जिज्ञासा उत्पन्न झाली. डि लॉर व डि अलिबार्ड या दोन शास्त्रज्ञांनीं अणकुचीदार कांबींनीं विद्युल्लता

काढून घेतां येणें शक्य आहे, या फ्रांकलिनच्या सूचनेंत कितपत तथ्य आहे हें अजमावून पहाण्याचें काम हातीं घेतलें. अलिबार्ड यानें पॅरिसजवळील एका बगीच्यांत एक इंच व्यास असलेली एक पन्नास फूट उंचीची लोखंडाची कांब उभी केली. बरेच दिवसपर्यंत चांगले मेघ न आल्यामुळें अलिबार्डनें त्या कांबीजवळ विद्युत्स्थापित पितळेची तार देऊन एक पहारेकरी ठेविला. अलिबार्डच्या गैरहजरींत एखादा काळाकुट मेघ कांबीवर आल्यास त्या तारेच्या साहाय्यानें लोखंडाच्या कांबींत विद्युत् आली किंवा नाहीं, हें पाहण्याविषयीं या पहारेकऱ्यास समज देण्यांत आली होती. त्याप्रमाणें एके दिवशीं जोराचें वादळ झालें व त्या पहारेकऱ्यानें अलिबार्डच्या येण्याची वाट न पहातां तार हातांत धरून कांबीस स्पर्श केला. तावडतोब त्याच्या तोंडांतून एक किंकाळी बाहेर पडली. लोखंडाच्या कांबींतून विद्युत्स्फुलिंग निघाले व त्या पहारेकऱ्यास इतका जोराचा धक्का बसला कीं आपली वेळ आतां जवळ येऊन ठेपली आहे असें त्यास वाटलें. त्याच्या किंकाळीवरून तो आतां वांचत नाहीं अशी त्याच्या मित्रांची खात्री झाली, व ते धर्मोपदेशकाला आणण्याकरितां धांवपळ करीत गेले. त्यांच्या बोलावण्यावरून धर्मोपदेशकहि मरणोन्मुख माणसासंबंधीं धार्मिक विधी करण्याकरितां तेवढ्या पावसांतून तेथें आला. परंतु पाहतो तों पहारेकऱ्यास कांहींएक दुखापत झाली नसून तो चांगला जिवंत आहे! तेव्हां त्यानें त्या लोखंडाच्या कांबीवर कित्येक प्रयोग करून पाहिले व तत्संबंधीं सर्व सविस्तर हकीकत अलिबार्ड यास लिहून कळविली.

विद्युल्लता व विद्युत् एकच आहेत हें सिद्ध करणारा फ्रांकलिनचा प्रयोगः—ज्या युरोपला इतके दिवसपर्यंत फ्रॅंकलिनच्या मतांची कांहींशी शंका येत होती त्याची आतां विद्युल्लता व विद्युत् हीं एकच आहेत अशी खात्री झाली. परंतु आतां फ्रांकलिनला स्वतःलाच त्याबद्दल शंका येऊं लागली. शंभर फूट उंचीची कांब वादळांत विद्युज्जागृत झाली. यावरून त्या वादळांतील मेघ विद्युज्जागृत होते, हें निश्चयानें सिद्ध होत नाहीं असें त्यास वाटलें. अतिशय खालीं असलेले मेघ सुद्धां शंभर फुटांहून बरेच उंच असल्यामुळें, ती कांब मेघांस जाऊन भिडली नव्हती हें खास. त्याच्या मतें यासंबंधीं निर्णायक पुरावा मिळविण्याकरितां थेट मेघास जाऊन भिडविलेल्या एखाद्या पदार्थापासून विद्युत् घेतां आली पाहिजे. यासाठीं त्यानें दोन हलक्या कामट्या काटकोन करून एकमेकींवर ठेविल्या व त्यांवर एक चौकोनी रेशमी रुमाल बांधून व त्यास शेपटी लावून त्याचा एक पतंग बनविला. पतंगाच्या उभ्या राहणाऱ्या कामटीस एक अत्यंत अणकुचीदार अशी तार लाविली होती. पतंगाच्या दोऱ्याचें खालचें टोंक एका किल्लीस बांधून तिला रेशमाची फीत बांधण्यांत आली होती. आकाशांत ढग जमूं लागतांच हा पतंग उंच उडविण्यांत आला, व फितीनें तो हातांत धरून: फीत भिजूं नये अशी व्यवस्था करण्यांत आली. तेव्हां पतंगावर ढग येतांच अणकुचीदार तारेनें ढगांतलि विद्युत् पतंगांत व दोऱ्यांत उतरून दोऱ्याचे तंतू रोमांचाप्रमाणें ताठ उभे राहिले. पुढें पाऊस पडूं लागून पतंग व दोरा ओला होतांच ते विद्युद्वाहक होऊन वीज अप्रतिबंधपणें किल्लींत उतरूं लागली. ती इतकी कीं, किल्लीजवळ बोट नेतांच विद्युत्स्फुलिंगें बाहेर पडूं लागलीं. या किल्लींतील विजेनें फ्रांकलिनला विद्युद्घट विद्युद्युक्त करणें मद्यार्क पेटविणें वगैरे विद्युद्विषयक सर्व प्रयोग करून पहातां आले.

"विद्युल्लतेसंबंधीं व फ्रांकलिनच्या अणकुचीदार कांबीसंबंधीं प्रयोग करून पहात असतां युरोपांतील शास्त्रज्ञांनां मोठमोठे धक्के बसले; व त्यांपैकीं एक तर प्राणघातकहि झाला. सेंटपिटर्सबर्ग येथील रिशमन हा आपल्या घरास लावलेल्या लोखंडाच्या कांबीवर एका वादळांत प्रयोग करीत असतां त्याला विद्युद्धक्का बसून तो तावडतोब मरण पावला.

धन व ऋणविद्युत् भिन्न पदार्थजन्य नाहींत, याचें अवगमनः—इ. स. १७३३ च्या सुमारास वीज कांचजन्य व लाक्षाजन्य अशा दोन प्रकारची असते असें डफे यानें प्रयोग करून दाखविलें असल्याचें आपण पाहिलें. प्रत्येक वीज आपआपल्या ठराविक पदार्थापासूनच उत्पन्न होते अशी डफे याची समजूत होती. परंतु वीस वर्षांनंतर जॉन कॅन्टन (१७१५–१७७२) या आंग्ल इसमानें प्रयोग करून असें दाखविलें कीं, कांहीं विशिष्ट परिस्थितींत दोनहि विद्युत् एकच पदार्थावर उत्पन्न होऊं शकतात. कॅन्टननें असें दाखविलें कीं खरबरीत पृष्ठभागाची कांचेची नळी तेल लाविलेल्या रेशमाच्या कापडावर घांसली, तर कांचजन्य किंवा धनविद्युत् उत्पन्न होते; परंतु तीच जर बनातीवर घांसली, तर लाक्षाजन्य किंवा ऋणविद्युत् उत्पन्न होते. त्याला असेंहि दिसून आलें कीं, एकच नळी एकाच पदार्थावर घांसून एकाच वेळीं दोन विद्युत् उत्पन्न होऊं शकतात हें दाखविण्याकरितां जिचा अर्धा भाग खरबरीत आहे व अर्धा भाग गुळगुळीत आहे अशी कांचेची नळी तो वापरीत असे. या नळीनें रबराचा एक फटकारा मारतांच दोन्ही टोंकांस दोन प्रकारच्या विद्युत् उत्पन्न होऊं शकतात. कांच, अंबर वगैरे कांहीं पदार्थ एकदां पाण्यांत घालून बाहेर काढले तर त्यांवर धनविद्युत् येते ही गोष्टहि त्याच्याच ध्यानांत आली होती; व पारा व कथील यांची मिश्र धातु ज्यावर कांचेची नळी घांसावयाची त्यावर चोळली असतां त्याची विद्युज्जागृतीच्या कामीं फार मदत होते, हा महत्त्वाचा शोधहि त्यानेंच लाविला आहे.

उष्णता व प्रकाश यांसंबंधी अर्वाचीन सिद्धांतः—अठराव्या शतकांतील तत्त्ववेत्त्यांनीं द्रव्याच्या भौतिक गुणधर्मासंबंधीच्या अभ्यासांत बरीच प्रगति केली. त्यांनीं

या गुणधर्मज्ञानाचा उपयोग, वाफेचें इंजन, विमान, चाक्षुष संदेशयंत्र इत्यादि यंत्रांकडे लाविला. तसेंच द्रव्याच्या अंतिम स्वरूपाविषयीं बऱ्याच तार्किक कल्पना पुढें आणिल्या. पण पुढील काळांतील पदार्थविज्ञानशास्त्रांत महत्त्वाचा म्हणून गणला गेलेला द्रव्य व शक्ति (एनर्जी) यांतील फरक त्यांच्या अद्यापि मुळींच लक्षांत आलेला नव्हता. उष्णता, प्रकाश, विद्युत् हीं शक्तीचीं स्वरूपें आहेत असें ते समजत नसत, तर हीं द्रव्याचीं सूक्ष्म स्वरूपें होत असें मानण्यांत येई. उष्णतेखेरीज कशाचेंहि त्यांनां बरोबर मापन करतां येत नसे व हेंहि कसें करावें तें जोशिया वेजवुड यानें या शतकाच्या अखेरीस आपलें मातीचें अत्युष्णमापक यंत्र शोधून काढून दाखविलें.ते असें प्रतिपादन करीत कीं सृष्टींत उष्णता या द्रव्यासारखा सर्वव्यापी दुसरा द्रव पदार्थ नाहीं; थोड्या फार प्रमाणांत प्रत्येक वस्तूच्या घटनेंत याचा शिरकाव होतो; तो कधीं द्रव तर कधीं घन असून कांटयानें त्याचें वजनहि करतां येईल असें त्याचें मत असे. ते न्यूटनप्रमाणें प्रकाशपरमाणुवादी होते. व या प्रकाशपरमाणूंचें उष्णतेंत,रूपांतर होणें शक्य आहे, असें त्यांचें मत होतें. विद्युत् हेंहि एका जातीचें त्याहून अति सूक्ष्म द्रव्य आहे. त्याचप्रमाणें चुंबन,गुरुत्वाकर्षण, ध्वनि हेंहि सर्व द्रव पदार्थ आहेत, असें समजून या सर्वांनां " निर्भार द्रवपदार्थां"च्या (इंपांडरेबल) सदरांत घालण्यांत येई. ही निर्भार द्रवपदार्थांची उपपत्ति म्हणजे थोडीशी शास्त्रीय ज्ञानांतील परागतीच म्हटली पाहिजे. कारण सतराव्या शतकांतील तत्त्ववेत्त्यांपैकींच हूक, हायगेंझ, बॉइल वगैरेंनीं यापेक्षां जास्त शास्त्रीय उपपत्ती पुढें आणल्या होत्या. तथापि एकंदरींत हा आधिभौतिक वाद १८ व्या शतकांतील विचारसरणीला अनुसरूनच होता असें म्हणावें लागतें. परंतु त्या वेळीं उष्णता, विद्युत् वगैरेंनां निर्भार द्रव्यें असेंच म्हणत. लव्हॉझिएसारख्या त्या शतकांतील अत्युच्च तत्त्वज्ञरसायनशास्त्रवेत्त्यानें सुद्धां आपल्या मूलद्रव्यांच्या यादींत प्राण, उज्ज, लोह इत्यादि द्रव्यांबरोबर उष्णता व प्रकाश यांनांहि घातलें होतें युलरसारखे कांहीं थोडे तत्त्ववेत्ते या जडवाद्यांनां मधून मधून उत्तरें देण्याचा प्रयत्न करीत होते. हें असें या शतकाच्या अखेरपर्यंत चालू राहिलें.

कौंट रम्फर्ड व उष्णतेचा कंपनासिद्धांतः—पण या शतकाच्या अगदीं अखेरीस, फ्रा पाओलो, बेकन आणि बॉइल यांची जुनी कल्पना पुनरुद्भूत होऊन, निर्भार द्रवपदार्थ सिद्धान्तावरील शास्त्रज्ञांचा विश्वास डळमळला. ही कल्पना अशी होती कीं,उष्णता हें मुळींच जड द्रव्य नसून जड द्रव्याच्या कणांमध्यें होणाऱ्या कंपनाचा किंवा गतीचा नुसता एक प्रकार आहे. या जुन्या कंपनसिद्धांताचा नवा पुरस्कर्ता म्हणजे प्रख्यात् जगन्मान्य अमेरिकन तत्त्ववेत्ता लेफ्टनंट–जनरल सर बेंजामिन थॉम्सन, कौंट रम्फर्ड हा होय.

रम्फर्डनें असें दाखवून दिलें कीं, पदार्थांच्या घर्षणापासून वाटेल त्या प्रमाणांत उष्णता उत्पन्न करितां येते व या क्रियेंत त्या पदार्थांतील जड द्रव्यहि विशेषसें कमी होत नाहीं. तेव्हां यावरून उष्णता हें जड द्रव्य नव्हे असेंच सिद्ध होतें. यानंतर त्यानें असेंहि सिद्ध करून दाखविलें कीं, कोणत्याहि पदार्थाचें वजन, तो पदार्थ उष्ण किंवा थंड केला असतां ज्यास्त किंवा कमी होत नाहीं. तेव्हां उष्णता हें गतीचें एक स्वरूप असलें पाहिजे. घर्षणानें वाटेल त्या प्रमाणांत उष्णता उत्पन्न करून दाखविण्याचे प्रयोग त्यानें आपल्या एका लेखांत ग्रथित केले आहेत. हा प्रयोग करून पाहण्याची कल्पना त्याला म्यूनिच येथील तोफांच्या कारखान्यांत पितळेच्या तोफेस भोंक पाडीत असतां ती अतिशय तापते व विशेषतः तिच्यांतून निघणारा कीस उकळी आलेल्या पाण्यापेक्षांहि कढत लागतो या गोष्टीवरून सुचली व त्यानें या उष्णतेनें कांहीं पाण्यास उकळी आणून दाखविली. प्रथम हा प्रयोग सविस्तर वर्णन करून पुढें उष्णता–म्हणजे काय, या विषयाकडे वळून त्यानें ' उष्णता द्रवाच्या ' शक्याशक्यतेबद्दल विचार केला आहे. घर्षणामुळें जी ही एकसारखी उष्णता उत्पन्न होते ती कशापासून ? अर्थात् ती घांसलेल्या पदार्थांच्या बाहेर पडणाऱ्या किसापासून उत्पन्न होत नाहीं हें स्पष्टच दिसतें. मग ही हवेपासून मिळते म्हणावें तर एका प्रयोगांत हीं सर्व यंत्रें पाण्यांत बुडालेलीं ठेऊन त्यांस हवा न मिळेल असें केलें होतें. त्याप्रमाणेंच ती ज्या पाण्यांत सर्व यंत्रें ठेवलीं होतीं तें पाणी किंवा भोंक पाडण्याचें यंत्र यांपासूनहि मिळण्याचा संभव नाहीं. व ज्याअर्थीं ती अव्याहतपणें उत्पन्न होत राहते त्याअर्थीं अशा रीतीनें अशा पृथक्स्थापित पदार्थांपासून एखादी गोष्ट आपणांस अमर्यादित रीतीनें मिळूं शकत असेल तर ती जड वस्तु असणें शक्य नाहीं. यावरून ती गतीपासूनच उत्पन्न होत असली पाहिजे असा त्यानें सिद्धांत काढला.

थॉमस यंग व प्रकाशाचा सिद्धांत.—रम्फर्डचा सिद्धांत एकदम मान्य करण्यास तत्कालीन विद्वान् तयार होईनात. पण तरुण हंफ्रे डेव्ही यानेंहि तसेच प्रयोग करून दाखविले व नंतर इतर शास्त्रज्ञांनींहि त्याच्या सिद्धांताची सत्यता पटवून दिली. नंतर १८०० मध्यें डॉ० थॉमस यंग यानें प्रकाशलहरीसिद्धांताच्या समर्थनार्थ वादाच्या आखाड्यांत उडी घेतली. याप्रमाणें उष्णता व प्रकाश हीं निर्भार द्रव्यांच्या यादींतून कमी झालीं. या दोहोंबद्दलच्या सिद्धान्ताचा सोक्षमोक्ष कांहीं तरी एकच होणार हें निश्चित झालें. तथापि अद्याप विद्युद्द्रवसिद्धांताविरुद्ध कोणींहि ओरड केली नव्हती. असो. जुन्या प्रकाशजडत्व तत्त्वावर यंगनें केलेल्या हल्ल्याचें वर्णन देण्यापूर्वी त्याच्या स्वतःविषयीं थोडें वर्णन दिल्यास अप्रस्तुत होणार नाहीं. कारण प्रत्येक शतकांत जीं केवळ बोटांवर मोजण्याइतकींच असाधारण बुद्धिमत्तेचीं माणसें निपजतात त्यांतलाच हा एक होता. त्याचे चरित्रकार त्याच्यासंबंधीं ज्या गोष्टी सांगतात त्या केवळ काल्पनिक

वाटतील अशाच आहेत. दुसऱ्यांनीं हाताखांद्यावर घेण्याइतका लहान असतां तो अस्खलित वाचीत असे; चवथ्या वर्षाचा वाढदिवस होण्यापूर्वींच त्यानें दोनदां समग्र बायबल व 'वॅटचीं स्तोत्रं' वाचून काढलीं होतीं व सात आठ वर्षांचा असतांना, कावळ्या चिमण्याच्या गोष्टी किंवा गाणीं इ. जशीं इतर सामान्य मुलें आवडीनें शिकतात तशी यानें निरनिराळ्या भाषा अभ्यासण्याची आतुरता दाखविली. चवदाव्या वर्षी त्याला आरबी, फारशी, एथिओपिक वगैरे चवदा भाषा लिहितां येत होत्या. याखेरीज गणित, पदार्थविज्ञान, वनस्पतिशास्त्र, वाङ्मय, संगीत, चित्रकला, तत्त्वज्ञान वगैरे विचाराच्या प्रत्येक ज्ञातशाखेंत त्याचा नुसता प्रवेशच होता असें नव्हे तर त्याचें संपूर्ण आलोडन करून त्यांत त्यानें कांहीं ठिकाणीं नवीन भरहि घातली होती. त्याचें ज्ञान प्रीस्टले इतकें विविध व न्यूटन इतकें गाढ होतें. अशा स्थितींत तो १८०१ सालीं लंडनला वैद्यकी करण्याकरितां आला. त्याच्या वैद्यकीचें बस्तान नीट बसेपर्यंत आरंभीं त्यानें रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्यें सृष्टिशास्त्र या विषयाच्या रंफर्डनें स्थापन केलेल्या प्रोफेसरीची जागा पत्करली. त्या वेळीं त्या संस्थेंत डेव्ही हा रसायनशास्त्राचा प्रोफेसर होता. फॅरेडे, टिंडाल यासारख्यांनीं या संस्थेच्या कीर्तींत भर टाकिली आहे व या ठिकाणीं असतांनाच थॉमस यंगनें आपले अपूर्व शोध लावून न्यूटनच्या तोडीचा लौकिक मिळविला.

१७९३ मध्येंच तो केवळ वीस वर्षांचा असतांना लंडनच्या 'रॉयल सोसायटी'कडे तो आपले निबंध पाठवूं लागला होता व ते त्या सोसायटीतर्फे प्रसिद्ध होत असत. तो लंडनला आला त्याच वर्षी नोव्हेंबर महिन्यांत त्यानें "प्रकाश आणि रंग याविषयीं सिद्धांत" या विषयावर त्या सोसायटींत 'बॅकेरियन' व्याख्यान दिलें, त्यांत अर्वाचीन भौतिकशास्त्राच्या अभ्यासकांनां परिचित असलेला प्रकाशाचा लहरीसिद्धांत त्यानें पुराव्यानिशीं श्रोत्यांनां पटवून दिला. हा सिद्धांत म्हणजे, प्रकाश हें एक जड द्रव्य नसून तीं सर्वव्यापी इंधक द्रव्यामधील केवळ आंदोलनें होत हा होय. प्रकाशपृथक्करणानें दिसणाऱ्या नारंगी वर्तुळांविषयीं विचार करितांना त्याला ज्या कल्पना सुचल्या त्यांनीं या लहरीसिद्धांताचा मूळ पाया घातला गेला. पातळ कांचेवरून शुभ्र प्रकाश परावृत्त होतांना तो कांहीं वर्तुळांत विच्छिन्न झालेला असतो. आपल्या अलौकिक प्रतिभेच्या योगानें त्याला चटकन् असें दिसून आलें कीं, खालील कल्पना केल्यास या विचित्र वर्तुळांची उपपत्ति बरोबर लागते. जेव्हां प्रकाशाचे किरण पातळ कांचेवर पडतात तेव्हां त्यांतील वरील पृष्ठभागापासून परावृत्त झालेल्यापैकीं कांहीं व खालच्या पृष्ठभागापासून परावृत्त झालेल्यांपैकीं कांहीं किरण कांचेंतून जातांना परस्परांकडून इतके अवरुद्ध होतात कीं, हे दोन संघ एकमेकांनां विरोध करतात; म्हणजे एका किरणाचें पुरोस्पंदन दुसऱ्या किरणाच्या प्रतीपस्पंदनाशीं जुळून त्याचा परिणाम शून्य होतो. याप्रमाणें परस्पर विरोधानें शुभ्र प्रकाशाचीं कांहीं अंशभूत स्पंदनें नाहींशीं झाल्यावर राहिलेल्या प्रकाशलहरींच्या मीलनानें, शुभ्र प्रकाश बनत नाहीं व त्यामुळें हा विच्छिन्न प्रकाश नानारंगी प्रकाश ह्या स्वरूपांत दृष्टिगोचर होतो.

यंगनें सूक्ष्म गणितानें त्या पातळ कांचपटलाची जाडी व निरनिराळ्या रंगाच्या वर्तुळांतील जागा मोजून विच्छिन्न किरणांतील प्रत्येक रंगाच्या प्रकाशाच्या लहरींची लांबी काढली. त्याच्या सिद्धांतांत वरील प्रकाशलहरींतील परस्पर विरोधाचें तत्त्व अगदीं नवीनच होतें. तत्पूर्वी एक शतकाहून हि अधिक वर्षांपूर्वी रॉबर्ट हूकला या लहरींची पुसट पुसट अशी कल्पना आली होती. पण ती कल्पना त्यानें प्रयोग करून पाहून सिद्ध करून दाखविली नव्हती. व इतरांस तर ही कल्पनाहि आली नव्हती. तथापि यंगनें हूकला त्याच्या कल्पनेचें व ह्यायगेंझला तर प्रकाशलहरींच्या सामान्य कल्पनेचा जनक म्हणून आपल्या निबंधांत श्रेय दिलें.

यापुढें, डॉ. यंगनें रॉयल सोसायटीपुढें दुसऱ्या अनेक प्रयोगांचें वर्णन करून या तत्त्वावर जास्त प्रकाश पाडला. व १८०३ मध्यें तर आणखी कांहीं प्रयोग करून हा सिद्धान्त कायमचा प्रस्थापित केला. हें तत्त्व प्रकाशाच्या सामान्य सिद्धांताला लावतांना त्यानें असें म्हटलें आहे कीं, तेजोवाही इंधक सर्व जड वस्तूंतील द्रव्यास, वारा ज्या प्रमाणें झाडांच्या राईंतून इतस्ततः अप्रतिहत असा वहात जातो, त्याप्रमाणें व्यापून असतो. तसेंच त्यानें विच्छिन्न किरण पटांतील रिटरनें जे अतिनीललोहित रंग निदर्शनास आणले होते त्यांच्या लहरी दृश्यमान रंगांपेक्षां जास्त द्रुतगतीनें आंदोलन पावतात असेंहि प्रतिपादन केलें.

प्रकाशाचे किरण व हर्शेलनें दाखविलेले आतिरक्त वर्णाचे विसर्जक उष्णतेचे किरण, तसेंच ध्वनिगति आणि प्रकाशगति यांच्यांत सादृश्य आहे असें त्यानें पूर्वीच प्रतिपादिलें होतें व या साधर्म्याची जाणीवच प्रकाशलहरी सिद्धांत प्रतिपादण्यास कारणीभूत झाली होती.

हे साधर्म्यभाव व सूक्ष्म भेद तीक्ष्णबुद्धीच्या यंगला जरी स्पष्ट कळले होते तरी त्याच्या समकालीनांच्या डोक्यांत ते शिरेनात. प्रकाशाचें अजस्त्र प्रयोगांनीं स्पष्ट झालें होतें तरी त्याच्या सिद्धांत्या खेरीज दुसऱ्या कोणींहि तो सिद्धांत मान्य केला नाहीं. तो मधून मधून आपल्या सिद्धांताच्या प्रतिपादनार्थ कांहीं नियतकालिकांतून लिहित असे, पण यापेक्षां या गोष्टीकडे जास्त लक्ष देण्यास त्यास फुरसुद नसे व वैद्यकशास्त्राशिवाय इतर शास्त्रासंबंधीं वादविवादांत फार पुढाकार घेतल्यास आपल्या धंद्यास धक्का बसेल म्हणून तो त्यापैकीं बरेचसे टोपण नांवा-

खालीं किंवा निनांवी छापीत असे. त्याच्या सर्व लेखांचा समुच्चयग्रंथ १८०७ सालीं प्रसिद्ध झाला आहे.

लहरीसिद्धांताचे पुरस्कर्ते, अरॅगो आणि फ्रेस्नेल.— इ. स. १८३५त आगस्टिन जीन फ्रेस्नेल नांवाच्या एका फ्रेंच इंजिनियरनें नेपोलिअनी युद्ध संपल्यावर प्रकाशाचा अभ्यास करण्यास सुरवात केली. व प्रकाश अपभवनाचे (डिफ्रॅक्शन) कांहीं प्रयोग केल्यानंतर त्याला असें आढळून आलें कीं, प्रकाशाच्या जडत्वाविषयीं सर्वमान्य कल्पना चुकीच्या ठरतात. यंगनें आपल्या अगोदर हे प्रयोग केले होते याची त्याला जाणीव नव्हती. तेव्हां ते अगदीं नवनिच आहेत असें समजून त्यानें ते प्रयोग व त्यांचे निष्कर्ष फ्रेंच इन्स्टिट्यूशनला कळविले. त्यावेळीं सुदैवानें डॉमिनिस फ्रँस्वा अरॅगो हा यंगसारखाच नानाविषयपटु शास्त्रज्ञ त्या संस्थेंत असल्यानें त्यानें फ्रेस्नेलशीं सहकार्य करून, त्या संस्थेला प्रकाशलहरीसिद्धांत मान्य करण्यास भाग पाडिलें. त्याला विरोध करणारे पंडित लहान सहान नसून, लाप्लास, पॉइझन, बियॉट यांसारखे प्रख्यात शास्त्रवेत्ते फ्रेस्नेलला आपल्यांत न घेण्याविषयीं व त्याचे प्रयोग संस्थेतर्फे न छापण्याविषयीं मोठ्या निकरानें अरॅगोबरोबर झगडत होते. हा वादविवाद इतक्या निकरानें चालला होता कीं त्यामुळें बियॉट व अरॅगो यांच्यामधील मैत्री कायमची तुटली. शेवटीं अरॅगोच्या नेहमींच्या उत्साहामुळें व चिकाटीमुळें १८२३त संस्थेला फ्रेस्नेल यास सभासद म्हणून आपल्या संस्थेंत घ्यावें लागलें. अशा रीतीनें फ्रेंच इन्स्टिट्यूशन मध्यें फ्रेस्नेलचा प्रवेश झाल्यानंतर लहरीसिद्धांताला कमी विरोध होऊं लागला व पाव शतकापूर्वी यंगचा ज्याकडे तत्ववेत्त्यांचें लक्ष वेधण्याचा सर्व खटाटोप व्यर्थ झाला त्या या सिद्धांताचें महत्त्व आतां त्यांनां कळूं लागलें. याचें सर्व श्रेय अरॅगोकडे आहे. त्याच्यामुळें फ्रेस्नेल व यंग यांचा लौकिक वाढून, इंग्लिश व फ्रेंच शास्त्रीय संस्थांकडून त्यांचा मोठा गौरव झाला. या प्रकाशलहरीसिद्धान्तप्रस्थापनाच्या कामीं जरी तीन शास्त्रज्ञ सारखी खटपट करीत होते तरी इतर शोधांप्रमाणें या शोधाचें श्रेय मिळविण्याच्या बाबतींत बिलकुल तंटा दिसून आला नाहीं. फ्रेस्नेलनें यंग यास आपणापूर्वी प्रयोग केल्याचें श्रेय दिलें व यंग यानेंहि फ्रेस्नेलनें केलेल्या कार्याचा गौरव केला, व त्याच्या गणितशास्त्रांतील गतीमुळें व प्रयोगाच्या साहित्याच्या मदतीमुळें पुढें जे त्यानें प्रकाशद्वयीभवनाच्या बाबतींत शोध लाविले त्या कामांत त्याला मदत केली. १८२५ मध्यें फ्रेस्नेल यास इंग्लंडच्या रॉयल सोसायटीकडून रम्फर्डपदक मिळालें व फ्रेस्नेल व यंग हे दोघेहि परस्परसंस्थांकडून परप्रांतीय सभासद निवडले गेले. यानंतर थोड्याच महिन्यांनीं फ्रेस्नेलचा अंत झाला व पुढें दोन वर्षांनीं यंगहि अकालीं वारला. यांचें कार्य इतकें श्रेष्ठ व महत्त्वाचें आहे कीं गुरुत्वाकर्षणसिद्धांताला सामोखाल त्याला स्थान द्यावें लागेल व या बाबतींत दोघांचीं नांवें लोकांच्या चिरकाल स्मृतींत राहातील.

गॅल्व्हनी आणि व्होल्टा.—जर शास्त्रीय जगाचें लक्ष दुसऱ्या एका शोधस्थानाकडे भारल्याप्रमाणें वेधलेलें नसतें तर यंगच्या प्रकाशशास्त्रज्ञानाचें पूर्ण महत्त्व त्याला फार जलद कळलें असतें असें विनादिक्कत म्हणतां येईल. पण ती वेळच अशी होती कीं त्या वेळीं दुसऱ्या कोणत्याहि गोष्टीचें विशेष महत्त्व या जगाला वाटलें नाहीं. कारण चलविद्युत्‌सारखी नवीन शक्ति दृष्टिपथांत असतांना, प्रकाशासारखा जुना परिचित हृविषय कोणाच्या मनांत आवड उत्पन्न करील ? असो.

चलविद्युत् शास्त्राच्या (गल्व्हॅनिझम) इतिहासांतील पहिली गोष्ट म्हणजे १७९१ मध्यें लुइगी गॅल्व्हनी (१७३७–१७९८) नांवाच्या बोलोना येथील एका वैद्यानें असा शोध लाविला कीं, बेडकाच्या तंगडींतील मज्जातंतूंशीं धातूंचा संबंध आणिल्यास फार जोराचीं स्नायुसंकोचनें होतात. ज्या अर्थी हा लहानसा साधा प्रयोग पुढें चलविद्युत् व गॅल्व्हनीची विद्युद्घटमाला यांच्या शोधास कारणीभूत झाला, त्या अर्थी हा अर्वाचीन विद्युत्ज्ञानाचा प्रारंभ म्हणतां येईल.

गॅल्व्हनीनें हा जो शोध लाविला त्यासंबंधीं अशी गोष्ट सांगतात कीं, आपल्या आजारी पत्नीकरितां मांसरस बनविण्यासाठीं त्यानें एकदां पुष्कळ बेडकांच्या तंगड्या सोलून ठेविल्या व विद्युद्यंत्राजवळ असलेल्या एका शस्त्रक्रियेच्या चाकूनें जेव्हां त्यांच्या उघड्या पडलेल्या स्नायूंनां स्पर्श केला तेव्हां स्नायूंत एक मोठी जोराची चलबिचल झालेली दिसून आली. या चमत्काराचा त्याच्या मनावर परिणाम होऊन त्यानें एका मागून एक अनेक प्रयोग केले. त्यांचें पर्यवसान त्याच्या विख्यात शोधांत झालें. वरील गोष्ट खरी असो वा नसो, एवढें मात्र खरें कीं, गॅल्व्हनीनें पुष्कळ वर्षेपर्यंत तारांवर किंवा आंकड्यांत अडकविलेल्या बेडकांच्या तंगड्यांवर प्रयोग केले व पुढें दोन भिन्न धातूंचा एक कंस तयार केला, तो असा कीं त्यांतील एका धातूचा मज्जातंतूशीं संयोग केला आणि दुसरीचा स्नायूंशीं संयोग केला तर स्नायूंमध्यें मोठालीं संकोचनें उत्पन्न होत असत.

हे दोन धातूचे तुकडे म्हणजे अर्वाचीन गॅल्व्हनी–विद्युद्घटमालेचे आद्य जनक होत; व हेच ॲलेसँड्रो व्होल्टाच्या "व्होल्टा विद्युद्राशी" च्या शोधाला प्रत्यक्षपणें कारणीभूत झाले. हिच्यापासूनच पुढें गॅल्व्हनी–विद्युद्घटमाला तयार झाली. गॅल्व्हनीचे प्रयोग चालू असतांनाच व्होल्टा आपले प्रयोग करीत होता; व गॅल्व्हनीनें विद्युच्छक्तीच्या एका नव्या स्वरूपाचा शोध लाविल्यानंतर लगेच मागाहून व्होल्टाचा विद्युद्राशीचा शोध पुढें आला. यामुळें विद्युच्छक्तीच्या नवीन संशोधित रूपाला कधीं "गॅल्व्हनी" विद्युत् तर कधीं "व्होल्टा" विद्युत् असें म्हणत. पण अलीकडे पाश्चात्य

शास्त्रज्ञांत " गॅल्व्हनिझम " व " गॅल्व्हनी प्रवाह " हे शब्द " व्होल्टा " पेक्षां जास्त प्रचारांत आहेत.

गॅल्व्हनीच्या अजब शोधाची वातमी लंडनच्या रॉयल सोसायटीला व्होल्टानेंच दिली. त्यांत त्यानें गॅल्व्हनीच्या शोधाची बरीच प्रशंसा करून या शोधापासून दुसरे अनेक शोध निघतील असें भविष्य वर्तविलें होतें. हें भविष्य खरें ठरून त्यांतला मुख्य संशोधक व्होल्टाच ठरला.

गॅल्व्हनीच्या शोधानें सुचविलेल्या पद्धतीनुसार व्होल्टानें जें प्रयोगसाहित्य तयार केलें तें असें:—दोन निरनिराळ्या जातींच्या धातूंच्या कांहीं तवकड्या घेऊन त्या एकी आड एक अशा रचल्या व कागद किंवा बुरणूस यासारख्या कांहीं ओलसर व सच्छिद्र वस्तूचा एक एक तुकडा तवकड्यांच्या प्रत्येक जोडी मध्यें ठेविला. या राशीच्या योगानें विद्युत् उत्पन्न करण्यांत येई व अशा अनेक राशी एकत्र जोडून विद्युद्घटमाला बनविण्यांत येई. या शोधानें जगांत बरीच खळबळ उडवून दिली. यानें तत्त्ववेत्त्यांमध्यें जो उत्साह उत्पन्न केला तसा सुमारें ७० वर्षांपूर्वी स्थिरविद्युद्घटाच्या शोधाचे वेळीं मात्र दिसून आला होता. हा व्होल्टाचा शोध जाहीर झाल्यानंतर थोड्या आठवड्यांतच यूरोपांतील प्रत्येक रसायनशाळेंत त्याच्या नमुन्यावरहुकूम विद्युद्घटमाला तयार करण्यांत येऊन प्रयोग सुरु झाले.

ह्या शतकाचे अखेरी अखेरीस अर्धे अधिक शास्त्रवेत्ते गॅल्व्हनीनें संशोधलेली ही शक्ति एक नवीन निर्भार द्रव पदार्थ आहे कीं केवळ विद्युल्लतेचें एक निराळें स्वरूप आहे या विचारांत गर्क झाले होते व बाकीचे अर्धे ही, विद्युद्घटमाला काय काय नवीन आश्चर्यकारक गोष्टी उघडकीस आणते हें शोधण्याच्या प्रयत्नांत मोठ्या औत्सुक्यानें पडले होते. किंबहुना सामान्य लोकहि याच्याकडे सारखे डोळे लावून बसले होते.

आतांपर्यंत उपयोगांत असलेल्या घर्षणजन्य विद्युद्यंत्रापेक्षां कोणत्याहि जातीची गॅल्व्हनी विद्युद्घटमाला सदोष असली तरी विद्युज्जननाच्या कामीं जास्त समाधानकारक आहे हें लवकरच सर्वांना कळून आलें. कारण गॅल्व्हनी विद्युद्घटमालेपासून निघणारा प्रवाह इच्छेप्रमाणें सहज आवरतां येत असून प्रयोग साहित्यहि स्वस्त असे व त्याकडे विशेष एकसारखें लक्ष द्यावें लागत नसे. अनेक कार्यांकडे विद्युत्प्रवाहाचा व्यावहारिक विनियोग लवकरच होऊं लागल्यामुळें हे फायदे चटकन लोकांच्या लक्षांत भरले.

वॅटसन, फ्रांकलिन, गॅल्व्हनी व दुसरे कित्येक शास्त्रज्ञ प्रचंड उत्साहानें प्रयत्न करीत असतांना देखील अठराव्या शतकाच्या शेवटीं विद्युच्छक्तीच्या व्यावहारिक उपयोगांचें क्षेत्र फारच आकुंचित होतें असें म्हणणें प्राप्त होतें. विद्युद्रक्षका खेरीज त्यावेळीं दुसरी उपयुक्त चीज अस्तित्वांत नव्हती; व हा विद्युद्रक्षकाचा शोध कितीहि उपयुक्त व महत्वाचा असला तरी क्वचित् निसर्गांतील विजेमुळें घडणारे अपघात टाळण्याकडेच केवळ त्याचा उपयोग होतो. विद्युच्छक्तीचा व्यावहारिक उपयोग करून देण्याकडे ह्या शोधाचा मुळींच उपयोग होत नाहीं. तरी पण या नवीन तऱ्हेनें उत्पन्न झालेल्या विद्युच्छक्तीमुळें तिच्या व्यावहारिक विनियोगयुगाला आरंभ झाला हें स्पष्ट आहे.

डेव्ही आणि विद्युत्प्रकाश.—व्होल्टाची विद्युद्राशी प्रसिद्ध झाल्याला दोन महिने झाले असतील नसतील तोंच निलकसन आणि कार्लाइल या दोन इंग्रजांनीं असा शोध लाविला कीं गॅल्व्हनी विद्युद्घटमालेपासून निघणाऱ्या प्रवाहाचा कांहीं रासायनिक द्रव्यांवर निश्चितपणें विशिष्ट परिणाम होतो. उदाहरणार्थ, पाण्याचें उज्ज व प्राण या दोन द्रव्यांत पृथक्करण होतें. या शोधाचें महत्व सर हंफ्रे डेव्ही यानें ओळखून, त्यानें या नव्या क्षेत्रांत प्रयोग करण्यास सुरुवात केली. निरनिराळ्या प्रकारें संयुक्त अशा विद्युद्घटमाला बनवून त्यानें स्थिर अल्कांवर प्रयोग सुरू केले. ह्या वेळ पावेतों या अल्कांची घटना माहीत नव्हती. लवकरच त्याला दाहकपालाश (पोटॅश) याचें पाऱ्यासारख्या चकचकीत धातुमय गोळ्यांमध्यें पृथक्करण करितां आलें. या नवीन पदार्थाला त्यानें पालाश असें नांव दिलें. नंतर त्यानें एकामागून एक सिंधु (सोडिअम), खट (कॅल्शम) स्त्रांत (स्ट्रान्शिअम), आणि मग्न (मॅग्नशियम) हीं मूलद्रव्यें त्यांच्या संयुक्तांतून पृथक् स्वरूपांत काढलीं.

यानंतर असा शोध लागला कीं पूर्वी माहित असलेल्या विद्युत्प्रमाणें नव्या विद्युतमध्यें कांहीं विशिष्ट स्थितींत तारेचे तुकडे द्रवण्याइतकी तापनशक्ति वास करिते. डेव्हीनें दोन हजार घटांची माला तयार करून कार्बनच्या अग्रांपासून एक तेजस्वी प्रकाश उत्पन्न करून दाखविला. तथापि अशा विद्युद्घटमालेला प्रचंड खर्च येऊन बरीच नासधूस होत असल्याकारणानें तिचा व्यवहारांत प्रकाश देण्याच्या कामीं उपयोग करण्याचा प्रश्न पुढें येणें शक्यच नव्हतें. तेव्हां विद्युज्जननाची दुसरी पद्धत संशोधिली जाईपर्यंत डेव्हीच्या या सिद्धींचा व्यवहारांत कांहीं उपयोग झाला नाहीं. तथापि डेव्हीच्या पदार्थ वितळविण्याच्या प्रयोगाचा सध्याच्या विजेच्या भट्ट्या बांधण्याच्या कामीं बराच उपयोग होऊन अनेक व्यापारी धंद्यांनां त्या योगानें मोठें महत्त्व प्राप्त झालें आहे.

डेव्हीनें आपल्या विद्युद्घटमालांच्या साहाय्यानें काढलेले शोध बरे असले तरी त्याच्या विद्युद्घटमाला समाधानकारक नव्हत्या. तेव्हां चांगली कार्यक्षम विद्युद्घटमाला तयार करण्याकडे सर्वांचें लक्ष वेधलें. १८३६ त जॉन फ्रेडरिक डॅनियल यानें जेव्हां आपली घटमाला तयार केली तेव्हांपासून विद्युच्छास्त्रांत प्रगति होत गेली व विद्युत्प्रयोग करणें सोपें झालें.

विद्युत् आणि चुंबकत्व.—पुष्कळ वर्षेंपर्यंत विद्युत् आणि चुंबकत्व यांचा निकट संबंध असावा अशाविषयीं

असणारा संशय दृढ होत चालला होता. पण तो १८१५ पावेतों कोणाला सिद्ध करितां आला नाहीं. त्या वर्षी जीन ख्रिश्चन ओरस्टेड नांवाच्या डॅनिश शास्त्रज्ञानें, टांगलेल्या चुंबकसूचीशीं समांतर पण अगदीं चिकटलेली नव्हे, अशा तारेंतून विद्युत्प्रवाह सोडला तेव्हां ती सूची एकदम वांकडी वळून स्थानभ्रष्ट झाली. त्याला असेंहि आढळून आलें कीं कांच, धातू, लांकूड, पाणी, राळ, मातीचीं भांडीं आणि दगड हीं मध्यें असतांना देखील विद्युद्वाहकाचा चुंबकसूचीवर परिणाम होतो. पण कांचेच्या किंवा पितळेच्या सूचीला विद्युद्वाहकाकडून गति मिळत नाहीं. तेव्हां पदार्थाच्या केवळ चुंबकीय भागांवरच विद्युद्वाहकाचा परिणाम होतो.

ओरस्टेडच्या या शोधाचा परिणाम कल्पनातीत झाला. त्या योगानें विद्युत् व चुंबकत्व यांतील निकट सख्य उघडकीस आलें व यानें विद्युद्गतिशास्त्राची स्थापना करण्याचा मार्ग दाखवून दिला. ओरस्टेडचा सूचिविक्षेपाचा प्रयोग ऐकल्यानंतर एका आठवड्याच्या आंतच अँडे मेरी अँपीयर (१७७५-१८३६) या फ्रेंच पंडितानें शास्त्रविद्यापीठास आपण संशोधिलेलीं विद्युद्गतिशास्त्राचीं मूलतत्त्वें जाहीर केलीं. यानंतर थोड्याच महिन्यांनीं अँपियरचा विख्यात देशबांधव अरॅगो यानें ओरस्टेड व अँपियर यांच्या शोधांनां जी परिपूर्णता आणिली ती अशी कीं विद्युत् केवळ लोहचुंबकावरच परिणाम करते असें नाहीं तर योग्य परिस्थितींत चुंबकत्वहि उत्पन्न करिते. व्यावहारिक यंत्रशास्त्रांत ही गोष्ट विशेष महत्त्वाची आहे.

अरॅगोच्या शोधानंतर चार वर्षांनीं स्टर्जिआन यानें 'नरम लोखंडाच्या तुकड्याभोंवतीं तार गुंडाळून त्यांतून विद्युत् प्रवाह नेला.' यानेंच पुढें पहिला "विद्युच्चुंबक" तयार केला. हा विद्युच्चुंबकांचा अभ्यास न्यूयॉर्कमधील प्रो. जोसेफ हेन्री यांनीं पुढें चालविला व तारांचीं अनेक वेटोळीं लोखंडी गांठीभोंवतीं गुंडाळून उचलण्याची प्रचंड शक्ति असलेले चुंबक तयार केले. यांपैकीं एका चुंबकानें ६५० पौंडाचें वजन तोलून धरिलें होतें; या चुंबकाला अर्ध्यापेक्षां कमी चौरसफूट पृष्ठभागाच्या फक्त एका गॅलनच्या विद्युद्घटाकडून चेतना मिळाली होती व त्या घटांत केवळ सुमारें पावशेर कमजोर अम्ल होतें.

याप्रमाणें ओरस्टेडच्या विद्युत् व चुंबकत्व यांच्या निकट संबंधाच्या मोठ्या शोधानें, अँपिअर, व्होल्टा आणि हेन्री यांच्या पुढील सुधारणा व नवीन शोध या योगानें व डॅनियलच्या विद्युद्घटसंशोधनानें विद्युत् व्यावहारिक उपयोगाकडे लावण्याचा क्रम रूढ झाला. यानंतर लवकरच विद्युच्चुंबकीय तारायंत्र व दुसऱ्या कमी अधिक महत्त्वाच्या युक्त्या निघाल्या.

फॅरेडे आणि विद्युच्चुंबकीय प्रवर्तन.--या वरील मोठमोठ्या शोधांनीं विद्युत् ही केवळ तत्त्वज्ञान्यांच्या हातचें खेळणें न राहातां व्यापारी दृष्टीनेंहि तिला मोठें वाढतें महत्त्व प्राप्त झालें. तथापि कितीहि निर्दोष विद्युद्घटांतून रासायनिक क्रियेनें उत्पन्न केलेली विद्युत् असली तरी ती कमजोर असून शिवाय फारच खर्चाची असे, व त्यामुळें कांहीं विशिष्ट क्षेत्रांतच तिचा उपयोग करण्यांत येई. तेव्हां विद्युद्वाहन, विद्युत्प्रकाश यासारख्या गोष्टी मोठ्या प्रमाणावर घडवून आणण्यास दुसऱ्या महत्त्वाच्या शास्त्रीय शोधाची जरुरी होती व तो शोध लवकरच सर मिचेल फॅरडे यानें लाविला.

फॅरडे हा लोहाराचा मुलगा असून त्याचा पुस्तकें बांधण्याचा धंदा असे. सर हंफ्रे डेव्हीच्या ज्या चार व्याख्यानांनां त्याला हजर राहतां आलें, त्यासंबंधींचीं त्यानें केलेली टिप्पणें पाहून, डेव्हीचें त्याकडे लक्ष वेधलें. या प्रसिद्ध शास्त्रज्ञानें त्याला पुस्तकें बांधण्याचा धंदा न सोडण्याविषयीं उपदेश केला असतांहि फॅरेडे बाविसाव्या वर्षी रॉयल इन्स्टिट्यूशनमध्यें डेव्हीचा मदतनीस झाला. त्या ठिकाणीं पुष्कळ वर्षे त्यानें आपला फुरसुदीचा वेळ शास्त्रीय संशोधनांत व प्रयोगांत घालवून प्रायोगिक गोष्टींत प्रावीण्य मिळविलें.

यापुढें थोड्याच वर्षांनीं त्या वेळच्या सर्व शास्त्रज्ञांप्रमाणेंच, टांगलेल्या होकायंत्र सूचीखालीं एक तांब्याची तबकडी फिरविण्याच्या अरॅगोच्या प्रयोगाकडे त्याचें लक्ष लागलें. जेव्हां ही तबकडी जोरानें फिरविली जाई तेव्हां सूची स्थानभ्रष्ट होई किंवा आपल्या आंसाभोंवतीं फिरेहि. याची उपपत्ति फॅरेडेनें अशी लाविली होती कीं, फिरत्या तबकडींत प्रवृत्त झालेली विद्युत् सूचीला फिरावयास लाविते. यानंतर पुष्कळ वर्षेपर्यंत:एकसारखे प्रयोग करून सुद्धां त्याला आपल्या कल्पनेंतील सत्य जगास पटवून देतां आलें नाहीं. पण १८३१ मध्यें त्यानें अशी प्रयोगमालिका सुरू केली कीं, त्यायोगानें विद्युच्चुंबकीय प्रवर्तनाचा सिद्धांत कायमचा प्रस्थापित झाला. ही फिरती तबकडी म्हणजे अगदीं लहानशा प्रमाणावरचें एक खरोखरीचें गतिजन्यविद्युद्यंत्रच होतें. सध्यांचीं लहान मोठीं गतिजन्यविद्युद्यंत्रें फॅरेडेच्या फिरत्या तबकडींतील मूलतत्त्वाप्रमाणेंच तयार केलेलीं असतात. या शोधानें-विद्युच्छक्तीचा एक व्यावहारिक व काटकसरीची गतिशक्ति म्हणून उपयोग करणें शक्य झालें.

संचायक विद्युन्माला:—फॅरेडेच्या विद्युच्चुंबकीय प्रवर्तनाच्या शोधांनीं सोप्या रीतीनें विद्युत्संचयाला कांहीं साधन निर्माण करण्याचा प्रश्न साहजिकच पुढें आला. पण हें काम सोपें नव्हतें; व फार अवजड नाहीं, फार नाजूक नाहीं अशी व्यवहारोपयोगी संचायक उर्फ दुय्यम विद्युन्माला हा वेळ पावेतोंहि निघाली नाहीं. जर एखादी समाधानकारक कार्यक्षम संचायक विद्युन्माला बनविण्यांत आली, तर तिचे क्रांतिकारक परिणाम काय होतील हें बरोबर अजमावणेंहि कठिण आहे. एकट्या विमानशास्त्राच्या क्षेत्रांतच वात-नौकानयनाचा प्रश्न चटकन सुटेल. तेव्हां चांगल्या संचायक विद्युन्माला शोधून काढण्याच्या कामीं शोधक कां धडपडत होते याचें आश्चर्य वाटणार नाहीं. इ. स. १८०३ इतक्या मागें रिटरनें अशी एखादी दुय्यम विद्युन्माला तयार करण्याचा

प्रयत्न केला होता. त्यानंतर १८४३ त ग्रोव्हनेंहि असाच प्रयत्न केला. पण १८५९ त गॅस्टन प्लांशेचा शोध पुढें येई-पर्यंत साधारण समाधानकारक म्हणण्याजोगी सुद्धां संचायक विद्युन्माला मुळींच तयार झाली नव्हती. प्लांशेनें असें शोधून काढिलें कीं कमजोर गंधकामध्यें बुडविलेले शिशाचे पत्रे ध्रुवीभवन चांगल्या रीतीनें घडवून आणितात. गंधकाम्लामध्यें बुडविलेल्या शिश्याच्या पत्र्यांची एक विद्युन्माला त्यानें तयार केली; नंतर पुष्कळ तासपर्यंत ते एका सामान्य बन्सेन विद्युन्मालेच्या घटांत तयार होणाऱ्या विद्युच्छक्तीनें संचारित केल्यावर, त्यापासून त्याला मोठे प्रबळ व तसेच पुष्कळ वेळ टिकणारे असे विद्युत्प्रवाह मिळूं लागले. तथापि, ही विद्युन्माला शिशाची असल्यामुळें साहाजिकच जड व दुर्वाह्य अशी झाली. फौरेनें या शिशाच्या पत्र्यांनां शेंदूर फांसून विद्युद्घटाची शक्ति वाढविली. या फौरेच्या शोधानें शोधकांनां नवीन स्फुरण चढून त्याचा परिणाम असा झाला कीं, लवकरच या प्लांशे किंवा फौरेच्या विद्युद्घटासारख्याच निरनिराळ्या प्रकारच्या संचायक विद्युन्मालांनीं बाजार अगदीं भरून गेला. पण शोधकांचा उत्साह फार दिवस टिकला नाहीं; कारण विद्युदुत्पादनाच्या दुसऱ्या ज्ञात पद्धतींशीं ताडून पाहतां या सर्व संचायक विद्युन्माला शेवटीं व्यवहाराला अगदींच कमी उपयोगी म्हणून ठरल्या.

साधारणतः विद्युदुत्पादनाच्या तीन पद्धती रूढ आहेत; घर्षणजन्य विद्युत् ' तवकडीच्या ' किंवा ' स्थिर ' यंत्रानें तयार करितात; गॅल्व्हनी विद्युत व्होल्टाच्या शोधावरून तयार केलेल्या विद्युद्घटमालांपासून बनविण्यांत येते; आणि प्रवर्तित किंवा फॅरेडे विद्युत् रासायनिक किंवा यांत्रिक क्रियेनें उत्पन्न करण्यांत येते. याखेरीज आणखी एक उष्णताजन्य विद्युत् आहे; ती फारच सोप्या तऱ्हेनें तयार करितां येते. १८२१ त बर्लिनच्या सीबेकल यानें असा शोध लाविला कीं, भिन्न भिन्न धातूंच्या दोन कांबी घेऊन त्यांचीं टोकें धातूच्या दोन तुकड्यांनीं जोडून एक चौक केला आणि एक सांधा उष्ण अगर थंड केला तर जास्त उष्णमानाच्या सांध्यापासून कमी उष्णमानाच्या सांध्याकडे एक विद्युत्प्रवाह चालू होईल. अशा रीतीनें बाष्पयंत्राच्या मध्यस्थी खेरीज उष्णतेचें (प्रवाह) शक्तींत प्रत्यक्षपणें रूपांतर करितां येतें. या तत्त्वावर तयार केलेल्या विद्युद्घटमाला कमी प्रतिबंधक असतात; तथापि अशा अनेकांची एक मालिका बनविल्यास, बऱ्याच सामर्थ्याचे प्रवाह उत्पन्न करितां येतात. तरी आतांपावेतों त्यांनां फारसें व्यावहारिक महत्त्व आलेलें नाहीं.

एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यकालीं क्लार्क मॅक्सवेलनें अशी कल्पना काढली कीं, प्रकाशलहरी या वस्तुतः विद्युत्च्चुंबकीय लहरीच होत. जर हें खरें असेल व त्यामुळें प्रकाश हें केवळ एक विद्युच्छक्तिस्वरूप ठरेल तर विसर्जक उष्णतेसंबंधींहि असेंच म्हणतां येईल. मॅक्सवेलनें जरी हा सिद्धांत पुढें आणिला तरी प्रयोगानें त्याला तो सिद्ध करितां येईना. पण पुढें थोड्याच वर्षांनीं डॉ. हेनरिच हर्ट्झ् यानें बरेच प्रयोग करून मॅक्सवेलच्या कल्पनेची सत्यता पटवून दिली. हल्लीं ज्यांनां " हर्ट्झियन लहरी " असें म्हणतात त्या उघड उघड प्रकाशलहरींशीं सदृश आहेत. पण बऱ्याच अल्पकालीन आहेत. आपल्या प्रयोगांत हर्ट्झनें असें दाखवून दिलें कीं, योग्य स्थितींत, गुळगुळीत केलेल्या गोळ्या मधील विजेच्या ठिणग्यांच्या सान्निध्यांत प्रकाश-लहरींच्या जातीच्या ईथरलहरी असतात; पण त्यांचा लहरीकाल एका सेकंदांत लाखों कंपनांइतका अल्प असतो. या लहरी प्रकाशलहरींप्रमाणेंच परावृत्त, वक्रीभूत व ध्रुवीभूत होतात. बिनतारी तारायंत्रांत याच लहरींचा उपयोग करण्यांत येतो.

रॉंटजेन किरण किंवा क्ष किरण.—सन १८९५ च्या डिसेंबर महिन्यांत सर्व जगाला धक्का करून सोडणाऱ्या एका शास्त्रीय शोधाची वातमी जर्मनींतून आली. हा शोध म्हणजे अपारदर्शक वस्तूंतील अंतर्भाग मानवी दृष्टीला दाखवून देणारें शक्तीचें एक नवीन स्वरूप होतें. ही अद्भुत दिव्य दृष्टि मिळविण्याकरितां कांहीं एका मिश्रणाचा आंत पडदा असलेल्या व एका विशिष्ट विद्युद्यंत्राकडे रोखलेल्या नळींतून एखाद्या वस्तूकडे पाहावयाचें असे. या जादूच्या नळींतून पिशवींतील पैसे, लांकडांत घुसलेले खिळे, कातडी घरांतील चष्मे इत्यादि स्पष्ट दिसत. या नळीच्या पुढें माणसाचा हात धरिल्यास, जिवंत मांस जाऊन फक्त त्यांतील भेसूर हाडें मात्र नजरेस पडत.

मानवी दृष्टीलाच फक्त हा चमत्कार दिसून येत होता असें नव्हे तर निर्जीव रासायनिक द्रव्यांहि याची साक्ष देण्यास पुढें आणितां आलीं व डोळ्यांनां दिसणाऱ्या गोष्टी प्रकाशलेखनाच्या कांचेवरहि घेतल्या गेल्या व ही डोळ्यांची निवळ फसवणूक असेल अशा फाजील शंकेखोरांच्या शंकाहि पार निर्मूल करून टाकितां आल्या. प्रो. रॉंटजेनचे प्रयोग जाहीर झाल्यानंतर एका महिन्याच्या आंतच सर्व युरोपखंडभर " क्ष-किरण " व " नवीन प्रकाश लेखन " याविषयीं चर्चा सुरू झाली.

ज्या क्रियेनें अपारदर्शक पदार्थ पूर्ण किंवा अर्धपारदर्शक बनतात. त्याच्या शोधासारखी वरील क्रांतिकारक गोष्ट, पूर्वशोधांखेरीज एकदम घडून आली नाहीं हें सांगावयास नकोच. १८५९ मध्यें ज्युलिअस प्लुकर (१८०१–१८६८) या जर्मन भौतिकशास्त्रज्ञाला असें आढळून आलें होतें कीं, जेव्हां अल्पपीडित निर्वात कांच नलिकेमध्यें विद्युद्विसर्ग झाला, तेव्हां ऋणध्रुवाजवळील नळीच्या आंतील पृष्ठभागावर हिरवा स्फुरप्रकाश दिसला. हिटॉर्फ, गोल्डस्टेन, क्रूक्स वगैरे दुसरे शास्त्रज्ञ या प्रकाशाचें कारण शोधीत होते. या प्रकाशाची प्रो. क्रूक्सनें अशी उपपत्ति लाविली होती कीं, कमी दाबाच्या नळींत उत्पन्न झालेली उष्णता व स्फुरप्रकाश ऋणध्रुवापासून मोठ्या वेगानें निघालेल्या व कांचेच्या नळीच्या

भ्रांतील पृष्ठभागावर आपटणाऱ्या कणप्रवाहामुळें उद्भूत झाली. या उजेडावर कांचेच्या घटकद्रव्याचाहि परिणाम होतोसा दिसला. उदाहरणार्थ, शिशाचा अंश असलेल्या कांचेपासून निळसर स्फुरप्रकाश निघाला व सोडा असलेल्या कांचेपासून पिंवळट हिरवा स्फुरप्रकाश उत्पन्न झाला. या कणाचा एकसारखा बराच वेळ आघात होऊं लागल्यावर कांचेच्या घटनेंत फरक होतोसा दिसला. कारण प्रो. क्रूक्सच्या मतें ती कांच "श्रांत" झाल्याकारणानें प्रकाशांतील मूळची चकाकी कांहीं वेळानें कमी होऊं लागली. व शिवाय लोखंडासारखा जर एखादा अपारदर्शक पदार्थ ऋणध्रुव व कांचेच्या बाजू यांच्यामध्यें, त्याची कांचेवर कोठें तरी सावली पडेल अशा बेतानें कांहीं वेळ ठेविला तर तो पदार्थ काढून घेतल्यावर किंवा त्याचें स्थान बदलल्यावर असें आढळून आलें कीं त्या सावलीनें प्रथमतः व्यापलेल्या जागेवर किरणांचा परिणाम इतर भागापेक्षां निराळ्याच तऱ्हेचा दृष्टीस पडतो.

ऋणध्रुवकिरण या नांवानें आतां ओळखिले जाणारे हे विशिष्टकिरण सावली पाडतात, इतकेंच नव्हे तर चुंबकामुळें ते स्थानच्युत होतात. एखाद्या शक्तिमान् चुंबकाच्या सान्निध्यानें नळीच्या बाजूंवरील स्फुरप्रकाशाची जागा पालटतां येते. यावरून असें दिसतें कीं, हे किरण ऋणविद्युच्छक्तीनें भरलेल्या कणांचे बनलेले आहेत. प्रो. जे. जे. थॉम्सननें हेंच सिद्ध केलें आहे. तेव्हां ऋणध्रुवकिरण फार जलदीनें फिरणाऱ्या ऋणविद्युत्नें जागृत असतात असें मानण्यास हरकत नाहीं. त्याचप्रमाणें चुंबकीय क्षेत्रामुळें झालेली च्युति मोजून हे कण किती वेगानें फिरतात हें अजमावणें शक्य आहे.

या किरणांत असलेल्या अपारदर्शक पदार्थाची सावली पडते या वस्तुस्थितीमुळें प्रथम असें वाटलें कीं, सर्व घन पदार्थ त्यांनां सर्वांशीं अपारदर्शक आहेत. तथापि हर्ट्झनें असा शोध लाविला कीं, ऋणध्रुव आणि नळीच्या बाजू यांच्यामध्यें सोन्याचें किंवा ॲल्युमिनियमचें पान याशारखे अपारदर्शक पदार्थ ठेविले असतांहि कांचेवर थोडासा स्फुरप्रकाश पडतोच. यानंतर लवकरच लेनार्डनें असें दाखविलें कीं, 'ऋणध्रुवकिरण' विसर्जक नळींतून बाहेरील हवेंत नेतां येतात. त्या वेळेपासून नळीबाहेरील या किरणांनां "लेनार्ड किरण" असें म्हणण्यांत येतें.

१८९५ सालांतल्या डिसेंबरच्या अखेरीस वुर्झबर्गच्या प्रो. विल्हेल्म कानरॅड रॉंटजेननें वर आलेल्या ऋणध्रुवकिरणांच्या प्रभावासंबंधींचा आपला शोध जाहीर केला. त्यास असें आढळून आलें कीं, स्फुरप्रकाशी द्रव्यानें आच्छादिलेली एक तबकडी पूर्णपणें निर्वात केलेल्या— इतक्या पूर्णपणें कीं ऋणध्रुवकिरणांचा तेथें हिरवा स्फुरप्रकाश पडेल—विसर्जन नलिकेजवळ ठेविली असतां ती एका विशिष्ट तऱ्हेनें प्रकाशते. हा प्रकाश उत्पन्न करणारे किरण, जरी ते ऋणध्रुवकिरणांपासूनच उत्पन्न झालेले दिसतात तरी ऋणध्रुवकिरण नव्हते, तर ते ज्यांनां त्यावेळेपासून रॉंटजेन किंवा क्ष-किरण म्हणतात ते ते होते. रॉंटजेनला असेंहि आढळून आलें कीं, पडदा व निर्वात नळी यांच्यामध्यें पदार्थ धरिले असतां, त्यांची छाया पडद्यावर पडते; या छायेचें स्वरूप पदार्थाच्या घनतेवर अवलंबून राहतें. उदाहरणार्थ, धातू या किरणांनां बहुतेक पूर्णपणें अपारदर्शक आहेत; हाडासारखे पदार्थ यापेक्षां बरेच कमी; व साधारण मांस तर अगदींच नाहीं म्हटल्यास चालेल. हातांत एखादें नाणें धरून तें नळी व पडदा यांच्यामध्यें धरिलें तेव्हां त्याच्या छायाचित्रांत तें नाणें एका काळ्या छायेनें दिग्दर्शित झालें. हाताच्या हाडांची छाया स्पष्ट पडली होती तरी ती हलकी आहेत असें उघड दिसलें आणि मऊ मांसतंतूंची तर म्हणण्यासारखी छायाच पडली नाहीं. प्रथमपासून अशा शोधाचें महत्त्व सर्वांनां स्पष्ट कळलें होतें व तें प्रकाशलेखक कांचपटावर या किरणांचा परिणाम होतो या शोधानंतर आणखी वाढलें; कारण आपण ज्यांनां अपारदर्शक समजतों अशा पदार्थांतून पलीकडल्या वस्तूंचीं चित्रें घेऊन त्यांची कायम नोंद करणें या वेळेपासून शक्य झालें.

रॉंटजेनच्या शोधाला जें एवढें व्यावहारिक महत्त्व प्राप्त झालें आहे त्याचें कारण क्ष-किरण उत्पन्न करण्याचें यंत्र आतां इतकें सोपें व स्वस्त झालें आहे कीं, नवशिक्या शास्त्राभ्यासकांनांहि तें जवळ बाळगतां येतें. त्यांतील मुख्य मुख्य गोष्टी म्हणजे, विद्युदुत्पत्तीकरितां विद्युद्घटमाल्स किंवा रस्त्यांतून नेलेल्या विद्युत्प्रवाहाच्या चावीला जोडलेलें एक प्रवर्तक वेटोळें, एक किरणकेंद्रक नळी, एक प्रकाशक आणि पडदा. किरणकेंद्रक नळ्या निरनिराळ्या आकाराच्या असतात. ही नळी बंद असून निर्वात केलेली असते. हिच्या कांचेच्या बाजूंमध्यें ऋण व धन असे दोन ध्रुव पक्के बसविलेले असून, ते दोन्ही कांचेच्या बाजूंनीं प्रवर्तक वेष्टनाच्या विद्युद्वाहक तारांशीं संयुक्त करण्याकरितां बाहेर काढिलेले असतात. ही नळी प्रयोगाच्या सोयीकरितां वाटेल तितकी उंच बैठकीवर बसवावी. स्फुरप्रकाशक पडदा बहुतेक कोणत्या तरी प्लातिनकर्बनत्रिदाच्या (प्लॅटिनोसायनाइड) तबकडीचा असून तो सोयीवार आकाराच्या एका पेटीच्या एका कडेला बसवितात; या पेटीची समोरची बाजू तोंड राहील इतक्याच आकाराची केलेली असते. त्यामुळें तींतून पाहतांना बाहेरचा उजेड आंत येण्याचा बंद होऊन निरीक्षकाच्या डोळ्यांनां पुढील पडद्यावरील प्रकाशचमत्कार पाहतां येतात. निरीक्षण करण्याच्या वेळीं प्रयोजकानें फक्त विद्युत्प्रवाह सोडून आपल्या डोळ्यासमोर तो पडदा आणावयाचा व तो त्या चकाकणाऱ्या नळीसमोर धरिला असतां, नळी व पडदा यांच्यामध्यें ठेवलेल्या पदार्थाची छाया स्फुरप्रकाशित पडेल. प्रकाशलेखककांचपट किंवा स्फुरप्रकाशित पडदा यावर उत्पन्न झालेली अद्भुत छायाचित्रें प्रकाशाच्या एखाद्या विशिष्ट स्वरू-

पंपांसून होत असावींत असें दिसलें तरी या किरणांचें खरें लक्षण अद्यापि निश्चित नाहीं. रॉंटजेन किरण खरोखरीच प्रकाशाचेंच एक स्वरूप आहे किंवा काय हें पूर्णपणें ठरलें नाहीं. या किरणांच्या गुणधर्मांत प्रकाशस्वरूपाला बाध येण्यासारखें जरी कांहीं सांपडलें नाहीं तरी अनेक प्रयोग करून देखील ते प्रकाशरूप आहेत असें म्हणण्यास अजून भक्कम पुरावा मिळत नाहीं.

शक्तिनित्यत्व.—इ. स. १८६१ मध्यें फॅरडेनें चुंबकीय विद्युच्छक्तीचें नवीनच क्षेत्र संशोधकांस खुलें केलें. विद्युत्प्रवाह चुंबकत्व उत्पन्न करितो असा ज्या प्रयोगांनीं शोध लागला तेच प्रयोग उलट रीतीनें करून त्यानें असें दाखवून दिलें कीं, कांहीं विशिष्ट स्थितींत चुंबकांच्या अंगीं विद्युत् उत्पन्न करण्याचें सामर्थ्य असतें; म्हणजे त्यांनें विद्युत् आणि चुंबकत्व यांचें एकमेकांत रूपांतर होतें हें सिद्ध केलें. नंतर त्यानें असें दाखवून दिलें कीं सर्व वस्तूंवर कमीज्यास्त प्रमाणांत चुंबकत्वाचा परिणाम घडतो व प्रकाशाच्या ध्रुवीभवनावरून असें दिसतें कीं, प्रकाशावर देखील चुंबकत्व परिणाम करितें. विद्युच्छक्तीच्या सर्व निरनिराळ्या रूपांचें सादृश्य आणि विद्युत् व रासायनिक क्रिया यांचें एकमेकांत होणारें परिवर्तन, यविषयीं त्यानें आपली पूर्ण खात्री करून घेतली होती. याप्रमाणें त्यानें प्रकाश. रासायनिक आकर्षण, चुंबकत्व व विद्युत् यांची एकत्र सांगड घातली. "कोठेंहि प्रेरणेची खरोखर उत्पत्ति तिच्या करितां कशाचा तरी तितक्याच प्रमाणांत क्षय झाल्याखेरीज होत नसते," असा त्यानें सिद्धांत काढिला. फॅरडेनें १८४० सालीं हा सिद्धान्त मांडला त्या वेळीं पुढें निघणाऱ्या मोठ्या सामान्यसिद्धांताच्या तो मार्गांत होता असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. त्याला तें मोठें तत्त्व कळलें होतें, पण त्याचें महत्त्व पूर्णपणें लक्षांत आलें नाहीं. दुसऱ्यांनीं निराळ्या मार्गानें जाऊन हेंच तत्त्व व त्याचें एकंदर महत्त्व शोधून काढिलें.

हा मोठा सामान्यसिद्धांत म्हणजे सध्यां सर्वांनां परिचित असलेला शक्तिनित्यत्व होय. हा सिद्धांत असा कीं, शक्तीचें एका स्थितींतून दुसऱ्या स्थितींत रूपांतर करितांना, आपल्याला ती तितक्याच परिमाणापेक्षां जास्त कधींहि मिळत नाहीं. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे शक्तीची नवीन उत्पत्ति किंवा नाश करणें हें पदार्थाच्या उत्पत्ति किंवा नाशा इतकेंच अशक्य आहे; व जड विश्वांतील सर्व चमत्कार केवळ शक्तीच्या रूपांतरानें साध्य झाले आहेत. हा शोध अतिशय महत्त्वाचा असून निदान १९ व्या शतकांत तरी याच्या तोडीचा दुसरा सिद्धांत प्रस्थापित झालेला सांपडणार नाहीं. अर्थात् तो तत्कालीन सर्व लोकांस एकदम पटला नाहीं व आतां कोठें ५० वर्षांनीं तो पूर्ण मान्यता पावला आहे. अशा तऱ्हेचा सर्वव्यापी सामान्य सिद्धांत कुत्र्याच्या छत्रीसारखा तात्काळ वाढत नाहीं किंवा एकाच माणसाच्या डोक्यांतून पूर्ण वाढ होऊन बाहेर निघत नाहीं. एका डोक्याला एखाद्या तत्त्वाचें संपूर्ण आकलन होण्यापूर्वी अनेक डोकीं त्याच्या जवळ जवळ पोंहोंचलेली असतात, असा नेहमीचा अनुभव आहे. शक्तिनित्यत्वाच्या सिद्धांतांत तर याची सत्यता चांगलीच पटते. केवळ फॅरडेलाच नव्हे तर दुसऱ्या पांच सहा माणसांनां याच्या प्रसिद्धीपूर्वीच त्याविषयीं तर्क व कल्पना आल्या होत्या. वास्तविक, प्रकाश आणि उष्णता यांचा लहरींसिद्धांत प्रतिपादन करणारा प्रत्येक मनुष्य या ध्येयाच्या मार्गांत होता. यंग आणि फ्रेस्नेल यांचें तत्त्व तरी याच शक्तिनित्यत्वाच्या क्षेत्राकडे नेणाऱ्या राजमार्गासारखें होतें. विद्युच्चुंबकीय चमत्कार हा लवकरच एक दुसरा राजमार्ग उघडा झाला. याच ध्येयाकडे नेणारा आणखी एक खात्रीचा व जलदीचा तिसरा मार्ग म्हणजे उष्णतेचे चमत्कार हा होय. या मार्गानें गेलेल्या प्रवाशांनीं आपल्या बरोबरीच्या वाटसरू बांधवांनां, ते ध्येयाजवळ एका हाकेच्या आंत होते तरी, मागें टाकून ध्येय गांठलें.

या महत्त्वाच्या क्षेत्रांत ज्यांनीं प्रथम प्रवेश केला त्यांचा नामनिर्देश प्रथम करणें जरूर आहे. अठराव्या शतकाच्या अखेरीस कौंट रम्फर्ड आणि हम्फ्रे डेव्ही यांनीं अगदीं स्वतंत्र रीतींनीं असें दाखवून दिलें कीं, श्रमाचें उष्णतेंत रूपांतर करितां येईल; म्हणजे पिंडमय गतीचें अणुमय गतींत रूपांतर होईल. पिंडमय व अणुमय गतींच्या प्रमाणांत परस्पर निकट संबंध आहे एवढें—अस्पष्ट कां होईना—या प्रतिभावान पंडितांनां माहीत होतें. असें बिनदिक्कत समजण्यास हरकत नाहीं. तेव्हां उष्णतेच्या यांत्रिक सममूल्याचा नियम यांच्या अगदीं दृष्टिपथांत होता. पण यांपैकीं कोणींहि आपण जें कांहीं पाहिलें तें उघड सांगितलें नाहीं; किंवा त्यांनां त्याचें आकलनच झालें नसेल. त्यानंतर पावशतकपर्यंत यांच्या इतका देखील कोणाच्या विचाराचा पल्ला आला नाहीं, मग पुढें जाण्याची गोष्ट दूरच राहिली.

पण नंतर, इ. स. १८२४ मध्यें सादी कार्नो नांवाच्या एका फ्रेंच तत्त्ववेत्त्यानें या विषयांत इंग्रजांनां गांठून, त्याच्याहि पुढें एक मोठी उडी मारली. त्यानें आपली कल्पना उघडपणें पुढें मांडली ती अशी कीं, विशिष्ट प्रमाणाच्या कार्याचें रूपांतर विशिष्ट प्रमाणाच्या उष्णतेंतच होईल, ज्यास्ती किंवा कमी होणार नाहीं. उष्णतेच्या लक्षणाविषयीं कार्नोची कल्पना मात्र त्याच्या आधींच्या शास्त्रज्ञांपेक्षां निराळी होती. उष्णता म्हणजे 'निर्भार' द्रवपदार्थाचें एक स्वरूप आहे असेंच अद्यापि तो समजत असे. तथापि उष्णता व यांत्रिक कार्य यांच्या परस्परांत होणाऱ्या परिवर्तनाविषयीं त्यानें अगदीं स्पष्ट रीतीनें प्रतिपादन केलें. त्यानें काढलेले निष्कर्ष हल्लीं फार महत्त्वाचे वाटतात तरी तत्कालीन लोकांवर त्यांचा मुळींच पगडा बसला नाहीं.

रम्फर्ड आणि डेव्ही यांनीं सोडून दिलेला तुटका धागा खरोखरीच ज्यानें उचलून त्याचें पुरें वस्त्र विणलें तो शास्त्र-तत्त्व-विणकर १८४० मध्यें या क्षेत्रांत प्रथम शिरला. हा मँचेस्टरमधील कारखानदार असून, प्रख्यात डॉ. डाल्टनचा

शिष्य व मित्र होता. याचें नांव जेम्स प्रेस्कॉट जूल होतें. जेव्हां भावी पिढी १९ व्या शतकांतील नांवांचें गारूड आटपील तेव्हां या मँचेस्टरच्या तत्त्ववेत्त्याचें नांव आरिस्टॉटल, कोपर्निकस, आणि न्यूटन यांच्या नांवाप्रमाणें घरोघरीं होईल यांत संदेह नाहीं. कारण, यांत्रिक कार्य व उष्णता अगदीं निःसंशय समतोल आहेत; व पिंडमय गतीच्या आविर्भावाचा प्रकार कोणताहि असला तरी, तो कांहीं एक परिमित व मापनीय उष्णताच उत्पन्न करतो असें बिनतोड सिद्ध करून देणारा जूलच होय. उदाहरणार्थ, त्याला असें आढळून आलें कीं, मँचेस्टरमध्यें समुद्रसपाटीच्या स्थळीं सातशेंबाहत्तर (७७२) फूट खालीं पडणारें एक पौंड वजन, एक पौंड पाण्याचें उष्णमान एक अंश फारेन्हीट चढविण्याइतकी उष्णता उत्पन्न करूं शकते. ही गोष्ट आकस्मिक किंवा यदृच्छेनें घडली नसून ती एक निश्चित स्वरूपाचा सिद्धांतच दाखवणारी गोष्ट आहे; व सर्वसामान्य असणाऱ्या नियमांचेंच हें एक उदाहरण आहे. जर उष्णता नवान उत्पन्न करितां येत नाहीं, पण गतीच्या दुसऱ्या एखाद्या प्रकाराचें रूपांतर म्हणून तिचा नुसता प्रादुर्भाव करतां येतो, ही गोष्ट खरी असेल, तर हीच गोष्ट प्रकाश, विद्युत्, चुंबकत्व यासारख्या शक्तीच्या इतर सर्व स्वरूपांविषयीं खरी असावयास नको काय? हीं सर्व उष्णतेशीं निकट संबद्ध आहेत. या सर्व सादृश्यांवरून या अनुमानाची सत्यता पटूं लागली. सर्व प्रयोगहि याला पुष्टि देऊं लागले. याप्रमाणें उष्णतेच्या यांत्रिक सममूल्याचा नियम शक्तिनित्यत्वाच्या मोठ्या सिद्धांताची मुख्य कोनशिला बनून राहिला.

याच वेळीं इकडे डेन्मार्कमध्यें कोल्डिंग नांवाच्या कोपनहेगनच्या एका तत्त्ववेत्त्याच्या डोक्यांत हेंच तत्त्व येऊन त्यानें त्याचें विशेष प्रतिपादनहि केलें होतें. त्याचप्रमाणें तिकडे जर्मनींत तीन पंडित याच तत्त्वाच्या मार्गावर होते. त्यांपैकीं दोघांनीं जूल किंवा कोल्डिंग यांच्याहि अगोदर तें गांठलें होतें. तथापि त्यांनीं याचें स्पष्ट विवेचन केलेलें नव्हतें. या तिघा जर्मनांचीं नांवें मोहर, मेयर आणि हेल्महोल्ट्झ अशीं होतीं. आतां या श्रेष्ठ शक्तिनित्यत्वाच्या सिद्धांतांत यांचा किती भाग होता हें पाहूं.

इ. स. १८३७ मध्यें कार्ल फ्रेडरिक मोहरला या तत्त्वांतील मुख्यांशाचें आकलन होऊन त्यानें तें प्रसिद्ध केलें. पण त्याच्या निबंधाकडे त्याच्या देशबांधवांचेंहि लक्ष गेलें नाहीं. जगांत या श्रेष्ठ तत्त्वाची यालाच प्रथम कल्पना आली म्हणून याचा सन्मान केला पाहिजे. बाकी त्यानें आपला सिद्धान्त पटवून देण्याचें काम नीटसें केलें नाहीं.

यानंतर पांच वर्षांनीं म्हणजे इ. स. १८४२ त हेलब्रॉन गांवीं वैद्यकी करीत असलेल्या डॉ. ज्यूलियस रॉबर्ट मेयरनें 'निरिंद्रिय सृष्टींतील प्रेरणा' या विषयावर एक निबंध प्रसिद्ध केला. त्यांत केवळ उष्णतेबद्दलचा यांत्रिक सिद्धांत होता असें नव्हे तर त्याखेरीज शक्तिनित्यत्वाचें थोडक्यांत विशदरीतीनें पूर्ण विवेचनहि केलेलें होतें. याच्या अगोदर दोन वर्षांपूर्वी उष्णकटिबंधांत संचार करीत असलेल्या डच इंडिया जहाजावर शस्त्रवैद्य असतांना त्यानें असें पाहिलें होतें कीं, समशीतोष्ण हवेंतील रोग्याच्या शिरेंत जें रक्त नेहमीं पाहाण्यांत येतें, त्यापेक्षां तेथील रोग्याच्या शिरेंतील रक्त ज्यास्त लाल असतें. या क्षुल्लक वाटणाऱ्या गोष्टीवर विचार करून त्यानें अशी कल्पना बसविली कीं उष्णकटिबंधांत शरीराचें नेहमींचें उष्णमान कायम राखण्याकरितां प्राणिलीकरणकार्य कमी लागतें, व या कारणामुळें वरील गोष्ट घडून येते. तेव्हां शरीर हें एक यंत्र असून त्याच्या कार्यशक्तीला बाह्य प्रेरणांची आवश्यकता आहे असा विचार त्याच्या मनांत येऊन त्यावर विचार करतां करतां त्यानें दुसऱ्या नवीनच विचारक्षेत्रांत संचार केला. या क्षेत्रांत विचार करीत असतां त्यानें उष्णतेच्या यांत्रिक सममूल्यत्वाच्या सिद्धांताचा स्वतंत्र शोध लाविला व शक्तिनित्यत्वाच्या सिद्धांताची प्रथमच पूर्ण जाणीव करून घेतली.

निरिंद्रिय सृष्टींतील प्रेरणा.—मेयर याविषयींच्या निबंधांत म्हणतोः प्रेरणा म्हणजे काय ? व निरनिराळ्या प्रेरणांचा परस्पर संबंध काय ? प्रेरणा म्हणजे कांहीं तरी अज्ञात, अशोध्य व गृहीत अशी वस्तु असून द्रव्य म्हणजे वजन आकार यांनीं युक्त अशी वस्तु आहे असें आपण मानतों. तेव्हां प्रेरणेबद्दलहि आपल्या कल्पना निश्चित केल्या पाहिजेत. सर्व तऱ्हेच्या प्रेरणा ह्या कारणस्वरूपी आहेत, व कारण हें कार्याबरोबर असतें या नियमानें ही प्रेरणा केव्हांहि शून्याबरोबर होणार नाहीं. म्हणजे ती अविनाशी आहे. याप्रमाणेंच अ या प्रेरणेचें ब हें कार्य झालें असें धरल्यास अचें ब या स्वरूपांत रूपांतर झालें. याप्रमाणें कारणांचा पहिला गुणधर्म म्हणजे अविनाशीपणा; व दुसरा, निरनिराळीं रूपें धारण करण्याचें सामर्थ्य. कारणांचे दोन वर्ग पडतात. पहिल्यांत गुरुत्व व अभेद्यत्व हे गुणधर्म असणारीं कारणें येतात व तीं जडद्रव्यस्वरूपी असतात. दुसऱ्यांत या गुणधर्मांचा अभाव असतो. यावरून, प्रेरणा या अविनाशी, परिवर्तनशील व निर्भार वस्तू होत.

एखादें वजन उचलण्यास लागणारें कारण ही एक प्रेरणा होईल. त्याचप्रमाणें उचललेल्या वजनाचा होणारा परिणाम म्हणजे कार्य हीहि एक प्रेरणाच होय; किंवा जास्त सामान्य स्वरूपांत सांगावयाचें म्हणजे जड वस्तूंचें अवकाशांत अलग करणें म्हणजे प्रेरक शक्ति होय; व ज्या अर्थी ही प्रेरणा पदार्थांचें पतन घडवून आणिते, त्या अर्थी याला पातनप्रेरणा म्हणतों. पातनप्रेरणा व पतन किंवा पातनप्रेरणा व गति यांचा कारण व कार्य असा संबंध आहे; या दोन प्रेरणांचें एकमेकांत परिवर्तन होतें; एकाच वस्तूचीं हीं दोन स्वरूपें आहेत. जमीनीवर स्थिर असलेलें वजन म्हणजे प्रेरकशक्ति नव्हे. कारण अशा वजनामुळें गति उत्पन्न होत नाहीं अगर दुसरें वजन उचललें जात नाहीं. ज्या प्रमाणांत जमीनीपासून तें उचललें जातें, त्या प्रमाणांत त्यांत प्रेरक-

शक्ति येते. त्याचप्रमाणें कारण (पृथ्वी व वजन यांमधील अंतर) व कार्य (गतीचें परिमाण) ह्यांमध्यें एक नित्य संबंध आहे. एखादी वस्तु खालीं पडण्यापूर्वी ती उचलली गेली पाहिजे ही गोष्ट तिला वजन पाहिजे अथवा गुरुत्व पाहिजे या गोष्टीप्रमाणेंच आवश्यक आहे.

पुष्कळ प्रसंगीं आपण असें पाहातों कीं, एक गति दुसरी गति उत्पन्न केल्याखेरीज किंवा एखादें वजन वर उचलल्याखेरीज बंद होते. पण एकदां अस्तित्वांत आलेली प्रेरणा नाश पावत नाहीं. फक्त आपलें रूप बदलते, असें तत्त्व आहे. तेव्हां पातनप्रेरणा आणि गति यांखेरीज दुसरीं प्रेरकशक्तीचीं रूपांतरें आहेत कीं काय असा प्रश्न उद्भवतो. आपण दोन धातूंचे तुकडे घेऊन घांसूं लागलों असतां बरीच गति खर्च करतों व आपणांस ते तुकडे तापलेले आढळून येतात. तसेंच एका भांड्यांत पाणी घेऊन जोरानें हलविल्यास तें तापतें. अशा रीतीनें अनेक प्रयोग करून बहुतेक असें दिसून आलें आहे कीं, पुष्कळ प्रसंगीं उष्णतेखेरीज गतीचें दुसरें कार्य आढळत नाहीं; व उष्णतेचेंहि कारण गतीखेरीज दुसरें दिसत नाहीं; यावरून गति व उष्णता यांमध्यें कांहीं तरी संबंध असला पाहिजे. आपणांस पातनप्रेरणा, गति व उष्णता यांच्यांतील साहजिक संबंध असा दिसतो:—जेव्हां एखाद्या पदार्थांतील वेगवेगळाले कण एकमेकांजवळ येऊं लागतात तेव्हां उष्णतेचा प्रादुर्भाव होतो म्हणजे संकोचनानें उष्णता उत्पन्न होते. अर्थात् पदार्थाच्या अतिशय लहान कणांनां व त्यांच्यांतील सूक्ष्म अंतरांनां जी गोष्ट लागू पडते, तीच मोठ्या पिंडांनां व मापनीय अंतरांनां लागू पडली पाहिजे. एखाद्या वजनाचें पतन म्हणजे पृथ्वीच्या आकाराचें त्या प्रमाणांत न्यूनीकरण होय, तेव्हां त्या योगानें प्रादुर्भूत झालेल्या उष्णतेशीं त्याचा निःसंशय संबंध असला पाहिजे.:या उष्णतेचें प्रमाण, वजनाचें गुरुत्व व त्याचें जमिनीपासून अंतर यांच्या प्रमाणांत असलें पाहिजे हेंहि उघडच आहे.

तथापि गतीचें उष्णतेंत रूपांतर होण्यापूर्वी गति–मग ती कोणत्या प्रकारची कां असेना–तिचें गति या स्वरूपांतील अस्तित्व संपलें पाहिजे. जर पातनप्रेरणा आणि गति उष्णतेच्या सममूल्य असल्या तर साहजिकपणेंच उष्णता देखील गति व पातनप्रेरणा यांच्या सममूल्य असली पाहिजे. ज्याप्रमाणें उष्णता ' परिमाणाचें न्यूनीकरण व गतीचें अवसान ' यांचें ' कार्य ' म्हणून प्रादुर्भूत होते, त्याचप्रमाणें ती गति किंवा पातनबल यांचें 'कारण' म्हणून लय पावते. त्याचप्रमाणें उष्णता ही कारणरूपानें असेल व तिचें गति, वितति किंवा वजन उचलणें यांसारख्या कार्यांत रूपांतर होईल तर ती उष्णता या स्वरूपांत व कारण म्हणून नष्ट होईल. आगगाडीमध्यें या उष्णतेचें रूपांतर गतींत झालेलें आपणांस आढळून येतें. मेयरनें आपल्या निबंधाच्या शेवटीं पुढील निष्कर्ष काढला आहे. पातनप्रेरणा आणि गति यांच्यामधलीं समीकरणें सोडविण्यासाठीं एका दिलेल्या वेळांत (पहिल्या सेकंदांत) आक्रमिलेलें अंतर प्रयोगानें काढावें लागतें. त्याचप्रमाणें एका बाजूला पातनप्रेरणा व गति आणि दुसऱ्या बाजूला उष्णता यांच्यामधलीं समीकरणें सोडविण्यासाठीं, दिलेल्या पातनप्रेरणेच्या किंवा गतीच्या प्रमाणाबरोबर उष्णतेचें प्रमाण केवढें आहे हेंहि काढावें लागतें. उदाहरणार्थ, एक दिलेलें वजन जमिनीपासून किती वर उचलावें लागेल म्हणजे त्याची पातनप्रेरणा तितक्याच वजनाच्या पाण्याचें उष्णमान शून्य अंशापासून १ अंशापर्यंत चढविण्याबरोबर होईल, अशा तऱ्हेचें समीकरण दाखविणें म्हणजेच एक भौतिक सिद्धान्त प्रस्थापित करणें होय; हें दाखविण्याचा या निबंधांत प्रयत्न केला आहे."

वायूचें उष्णमान व घनफल यांच्यांतल्या संबंधांनां वर प्रस्थापिलेलीं तत्त्वें लाविल्यास असें आढळून येतें कीं, वायुसंकोचक पारदस्तंभाचें नीचीभवन संकोचामुळें मुक्त झालेल्या उष्णतेच्या बरोबरीच्या परिमाणाचें असतें. तेव्हां यावरून असें निघतें कीं, दाब स्थिर असतां हवेची उष्णताधारक शक्ति व घनफल स्थिर असतां उष्णताधारक शक्ति यांचें गुणोत्तर प्रमाण १.४२१ धरल्यास शून्य अंशापासून एक अंशापर्यंत विशिष्ट वजनाच्या पाण्याचें उष्णमान चढण्यास लागणारी प्रेरणा तितक्याच वजनाच्या एक गोळ्याचें अजमासें ३६५ मीटर उंचविरून होणाऱ्या पतनाबरोबर असते. या निष्कर्षाबरोबर हल्लींचीं सर्वांत उत्तम वाफेचीं इंजनें जें काम करितात तें ताडून पाहिल्यास, तापका (बॉयलर)च्या खालीं लाविलेल्या उष्णतेच्या किती अल्पांशाइतकी गति मिळते, किंवा वजन उचललें जातें हें दिसून येईल. यामुळें सध्यांच्या प्राण व कर्ब यांच्यांतील रासायनिक अंतराचा व्यय करण्याखेरीज विशेषतः रासायनिक विद्युत् उत्पन्न करून गत्युत्पादनाची दुसरी एखादी चांगली फायदेशीर पद्धति काढण्याच्या प्रयत्नाकडे लोकांचें लक्ष कां लागून राहिलें आहे हें कळून येईल.

मेयर आणि हेल्महोल्ट्झ.—अशा रीतीनें हा अज्ञात जर्मन वैद्य खेडेगांवांत आपलें आयुष्य सामान्य रीतीनें कंठित असतां जगांत दुसऱ्या कोणत्याहि मनुष्यानें पाहिलीं नव्हतीं अशीं असामान्य दृश्यें तो अनुभवित होता. त्यानें संशोधिलेलें श्रेष्ठ तत्त्व त्याच्या जीवितांतली मुख्य गोष्ट बनून त्यावरच त्याचा सर्व रिकामा वेळ खर्च होऊं लागला. सेंद्रिय व निरिंद्रिय सृष्टींत सर्व ठिकाणीं तो हेंच तत्त्व लावूं लागला. सर्व वनस्पती व प्राणी केवळ यंत्रें असून निरिंद्रिय द्रव्यावर ज्या नियमांचें आधिपत्य आहे त्याच नियमांनीं तीं बद्ध आहेत असें त्याला कळून आलें. नंतर त्याची दृष्टि अंतराळाकडे पोहोंचून तारे कां अस्तित्वांत राहिले आहेत, जर शक्तिनित्यत्वाचा सिद्धांत खरा असेल तर नेहमीं तेजशक्ति बाहेर टाकीत असूनहि यापूर्वीच ते कां क्षय पावले नाहींत, या प्रश्नांचीं उत्तरें शोधण्यांत तो गर्क झाला. इ. स. १८४८ मध्यें त्यानें आपली उल्कांविषयींची कल्पना प्रसिद्ध केली.

आपला सूर्य व इतर दुसरे लाखों सूर्य यांच्या अक्षय उष्णता व प्रकाशाविषयीं पटण्यासारखें सुरेख विवेचन त्यांत दिलें आहे.

या एकलकोंड्या तत्त्वज्ञान्याला जगांत दुसरा कोणी आपल्याच विषयावर परिश्रम करीत आहे कीं नाहीं याची मुळींच जाणीव नव्हती. त्याचप्रमाणें जगालाहि त्याची माहिती नव्हती. त्याची पाठ थोपटणारा किंवा त्याला स्फूर्ति देणारा कोणीहि मित्र नव्हता. एखादा श्रेष्ठ कल्पक, दुसऱ्या कोणी श्रेष्ठ कल्पकाचा मित्र किंवा शिष्य म्हणून, अगर इतर कांहीं असल्या प्रकारच्या सहाय्यानें पुढें न येतां एकदम एकटाच शास्त्रभवनांत पुढें आला आहे असें फारच क्वचित घडतें. त्यापैकींच मेयरचें उदाहरण आहे. आतांपर्यंतच्या शास्त्रज्ञांत यंग डेव्हीचा मित्र होता; डेव्हीचा पालक रम्फर्ड असे; फॅरेडे डेव्हीचा शिष्य होता; फ्रेस्नेल अरॅगोचा सहकारी असे; कोल्डिंग ओरस्टेडचा स्नेही होता; आणि जूल डाल्टनचा शिष्य होता पण त्या शतकांतील पंडितांत मेयर मात्र एकाकी होता; १९ व्या शतकांतील गॅलिलीयो असें त्याला थोडेंबहुत म्हणतां येईल.

बरींच वर्षेपर्यंत मेयरच्या परिश्रमाकडे कोणाचेंच लक्ष गेलें नाहीं. १८४७ मध्यें जेव्हां हर्मन व्हान हेल्महोल्ट्झ नांवाच्या दुसऱ्या जर्मन वैद्यानें स्वतंत्र रीतीनें शक्तिनित्यत्वाचा सिद्धांत शोधून तो प्रसिद्ध केला, तेव्हां त्यानें मेयर या आपल्या देशबांधवाचें नांव ऐकिलें नव्हतें. पण जेव्हां त्याला मेयरची माहिती कळली तेव्हां त्यानें शक्तिनित्यत्वाचा सिद्धान्त काढण्याचें श्रेय त्यालाच आहे असें म्हणण्याचें औदार्य दाखविलें. तथापि सर्व जग हेल्महोल्ट्झलाच स्वतंत्र शोध लाविल्याबद्दल हें श्रेय देतें.

१८४३ चा जूलचा निबंध.—मध्यंतरीं इकडे इंग्लंडांत जूलचे प्रयोग चालूच होते. आपल्या जर्मन प्रतिस्पर्ध्याची त्याला माहितीहि नव्हती; त्याच प्रमाणें त्याच्या देशबांधवांनांहि त्याची माहिती नव्हती. १८४३ त त्यानें शास्त्राची वाढ करण्याकरितां स्थापन झालेल्या ब्रिटिश संस्थेच्या रासायनिक शाखेपुढें आपला निबंध प्रथम वाचला. पण त्याकडे कोणींच लक्ष दिलें नाहीं. या निबंधाचें नांव "चुंबकीय–विद्युच्छक्तीचे उष्णताजनक परिणाम आणि उष्णतेचें यांत्रिक मूल्य याविषयीं" असें होतें. त्यानें प्रयोगानें असें दाखवून दिलें कीं, चुंबकीय–विद्युयंत्राच्या तारेच्या वेटोळ्यापासून उष्णता उत्पन्न होते व ही उष्णता त्या तारेची विद्युत्प्रवाहनावरोधक शक्ति व प्रवाहशक्तीचा वर्ग यांशीं प्रमाणांत असते. व ही उष्णता चुंबकीय किंवा व्होल्टाघटमालाजन्य विद्युत्‌मध्यें सारख्या स्थितींत सारखीच असते. सेंट पिटर्सबर्गच्या प्रो. याकोबीनें असें दाखविलें होतें कीं, विद्युच्चुंबकीय यंत्राच्या गतीनें विद्युद्घटमालेच्या व्होल्टाप्रवाहाला विरोधी असा चुंबकीय विद्युत् तयार होतो. जूललाहि हेंच आढळून आलें, पण त्याला विद्युत्‌चुंबकाच्या वेटोळ्यानें जास्त उष्णता उत्पन्न केल्याचें मुळींच आढळून आलें नाहीं. ती पूर्वीप्रमाणेंच प्रवाहाच्या वर्गाच्या प्रमाणांत होती. नंतर त्यानें विद्युच्चुंबकीय यंत्र उलट दिशेनें फिरवून व्होल्टाप्रवाहाची तीव्रता वाढवून पाहिली. तथापि चुंबकीय प्रवाहाची तीव्रता कितीहि वाढविली तरी व्होल्टाप्रवाहापासून उत्पन्न झालेली उष्णता नेहमीं प्रवाहाच्या वर्गाच्या प्रमाणांत असते असें दिसून आलें. पण डॉ. फॅरडेनें प्रवाहाचे रासायनिक परिणाम त्याच्या परिमाणाबरोबर असतात असें दाखविलें आहे. यावरून जूलनें असें सिद्ध केलें कीं, विद्युच्चुंबकीय यंत्रांत घटांतील रासायनिक क्रियेमुळें उत्पन्न झालेल्या उष्णतेचा कांहीं भाग विद्युन्मंडलाच्या योगानें लय पावून त्याचें यांत्रिक शक्तींत रूपांतर होतें; त्याचप्रमाणें विद्युच्चुंबकीय यंत्र आकर्षक प्रेरणांच्या दिशेच्या उलट फिरविल्यास, घटांतील रासायनिक क्रियेमुळें जितकी उष्णता उत्पन्न व्हावयास पाहिजे त्यापेक्षांहि जास्त उष्णता विद्युन्मंडलापासून उत्पन्न होते. यंत्र फिरविण्यास खर्च केलेल्या प्रेरणेचें रूपांतर या जास्ती उष्णतेंत झालें. यंत्राला जोडलेल्या प्रेरणामापक साधनाच्या योगानें निबंधकारानें असें दाखविलें कीं, एक पौंड पाण्याचें उष्णमान एक अंश (फारेनहीट डिग्री) वाढविण्याइतकी उष्णता, आठशेंतीस पौंड वजन एक फूट उंच उचलण्याजोग्या यांत्रिक प्रेरणेबरोबर असते.

जूल कीं मेयर?—दोन वर्षांनंतर, जूलला त्याच संस्थेपुढें आपला दुसरा निबंध वाचावयाचा होता. पण अध्यक्षानें वेळ थोडा आहे या सबबीवर त्याचा फक्त सारांश सांगावयास सांगितलें. श्रोत्यांमध्यें एकालाच काय तें त्याचें महत्त्व वाटलें. तो मनुष्य म्हणजे प्रसिद्ध लॉर्ड केलव्हिन होय. त्यानें पुढें जूलला त्याच्या संशोधनकार्यास चांगली मदत केली.

पण या वेळीं ब्रिटनमधील नांवाजलेल्या शास्त्रीय पुढाऱ्यांनीं या नवीन तत्त्वाकडे संशयित दृष्टि ठेवली होती. फॅरेडे, ब्र्युस्टर, हर्शेल या त्या काळच्या भौतिक शास्त्रज्ञांपैकीं कोणीहि या नव्या शक्तिनित्यत्वाच्या सिद्धांताला मान्यता दर्शविली नाहीं. पुढें बरींच वर्षे प्रमाणभूत मानला गेलेला कोणीहि जुना पंडित शक्तिनित्यत्वसिद्धांताचा पुरस्कार करण्यास पुढें आला नाहीं. १९ व्या शतकांतल्या पूर्वार्धांतील एकंदर विचारांतील अत्युच्च असें हें तत्त्व जगांत निस्तब्धपणें, कोणीहि पुकारा केल्याशिवाय किंवा विरोधहि केल्याशिवाय जन्मास आलें. या शतकाच्या ५ व्या दशकांत तीन निरनिराळ्या देशांत या तत्त्वाचें उत्तम रीतीनें विवेचन केलें गेलें तरी तत्त्वज्ञान्यांतील पुढाऱ्यांनां त्याच्या अस्तित्वाचा गंधहि नव्हता. इ. स. १८५३ मध्यें व्हेवेलनें लिहिलेल्या शास्त्रेतिहासांत या क्रांतिकारक तत्त्वांचा दहा वर्षांपूर्वींच जन्म झाला असूनहि नुसता उल्लेख सुद्धां आला नाहीं पण नवीन पिढीनें, ज्याला त्यांच्या वडील माणसांनीं मुळींच महत्त्व दिलें नाहीं, त्या

या तत्त्वाचें महत्त्व ओळखून त्याच्या उत्पादकांविषयीं शोध चालविला; तेव्हां या शोधाचें श्रेय एकापेक्षां अधिक जणांकडे जातें असें उघडकीस आलें. प्रो. टिंडालच्या परिश्रमानें ब्रिटिश लोकांनां मेयरचें संशोधन माहित झालं व मेयर आणि जूल यांच्या पक्षांत मोठा कडाक्याचा वाद चालला.

शक्तिनित्यत्वसिद्धान्ताचा मुख्य उत्पादक कोण हा प्रश्न अद्यापिहि समाधानकारक सुटला नाहीं. जूल आणि मेयर यांच्यांत पहिली निवड होईल असें बहुतेक मानण्यांत येतें. प्रो. टिंडाल याला असा विश्वास वाटतो कीं या प्रत्येकाचें नांव या विषयांत भविष्यकाळीं सरसकट सारखें आठविलें जाईल. पण हें असंभवनीय दिसतें. कारण कुठल्याहि पिढीला कोणताहि अद्वितीय योद्धा आवडतो. तेव्हां एक शतकानंतर शक्तिनित्यत्वसिद्धांताचा उत्पादक म्हणून एकच नांव शिल्लक राहील. तेव्हां ज्याचें नांव शिल्लक राहील त्याला १९ व्या शतकाचा गॅलिलीयो किंवा न्यूटन समजण्यांत येईल. पण या स्पृहणीय स्थानीं कोल्डिंग, मोहर, मेयर, हेल्महोल्ट्झ अथवा जूल यांपैकीं कोण येईल हें मात्र आज सांगतां येत नाहीं.

लॉर्ड केल्व्हिन आणि शक्तिविक्षेपसिद्धांत.— या नव्या शक्तिनित्यत्वसिद्धांतानें इतर क्रांतिकारक तत्त्वांप्रमाणेंच हळू हळू जुन्या लोकांवर पगडा बसविला. तथापि सर्व शक्तिस्वरूपांसंबंधीं असलेली निर्भारद्रवपदार्थाची कल्पना कांहीं केल्या पुरी नाहींशी होईना. बिओट सारख्या प्रसिद्ध विद्वान् शास्त्रज्ञालाहि मरेपर्यंत (१८६२) आपली जुनी कल्पना सोडविली नाहीं.

या अवधींत जी तरुण मंडळी शक्तिनित्यत्वाचें तत्त्व पुढें आलें त्या वेळीं शिष्यवृत्तींत होती ती आतां मान्यत्वाच्या स्थानीं आरूढ होऊन या नवीन तत्त्वाकरितां भांडूं लागली. कर्तृत्वशक्ति निर्भारद्रव नसून अणुमय गति आहे याविषयीं खात्रीलायक पुरावे दिवसानुदिवस जमूं लागले. हिपोलाइट एल्. फिझो आणि लिऑं फोकाल्ट या दोन फ्रेंच शास्त्रज्ञांनीं प्रकाश हा लहरीरूप आहे अशी कांहीं शिल्लक राहिलेल्या शंकेखोरांची आपल्या प्रयोगानें खात्री करून दिली. याच्या अनुषंगानेंच उष्णताहि याच सदरांत ओढली गेली. १८३७ त जेम्स डेव्हिड फोर्बस नांवाच्या स्कॉच भौतिकशास्त्रज्ञानें प्रकाशाला लागू पडणारें ध्रुवीभवन व द्विवक्रीभवन हे नियम विसर्जक उष्णतेलाहि लागतात असें दाखवून दिलें. पण उष्णतेचें यांत्रिक सममूल्य प्रस्थापित करणारे प्रयोग पाहिल्यावर या निर्भारांच्या अजडत्वाविषयीं मुळींच शंका राहिली नाहीं. जूलच्या प्रयोगासंबंधीं शंका वाटणाऱ्यांनां सुद्धां थॉम्सन (लार्ड केल्व्हिन), रँकिन आणि टिंडाल (ग्रेट ब्रिटन); हेल्महोल्ट्झ आणि क्लॉसियस (जर्मनी); फ्रान्समधील रेग्नाल्ट यांच्या उष्णतेच्या निरनिराळ्या स्वरूपांसंबंधाच्या प्रायोगिक व गणिती शोधांनंतर याविषयीं मुळींच किंतु राहिला नाहीं.

या शतकाच्या मध्यकाळीं, जूल आणि मेयर यांच्या प्रयोगांनीं सुचविलेल्या या अभ्यासांवरूनच उष्णतागतिशास्त्र नांवाचें एक नवीन शास्त्र जन्मास आलें. तसेंच याच अभ्यासावरून एका संशोधकाच्या मनांत शक्तिनित्यत्वसिद्धांताच्या खालोखाल एक महत्त्वाचा असा नवीन सामान्य सिद्धांत उद्भवला. उष्णतागतिशास्त्राचा अभ्यास करीत असतांना प्रो. विल्यम थॉम्सनला लवकरच असें आढळून आलें कीं, श्रम व गुरुत्वाकर्षण यांनीं प्रवृद्ध झालेली सर्व पिंडमय गति उष्णतारूपांत नेतां येते; पण या क्रियेच्या अगदीं उलट क्रिया होत नाहीं. उष्णतेचें पिंडमय गतींत किंवा कार्यांत रूपांतर करतां येतें, पण त्या क्रियेंत उष्णतेचा कांहीं भाग अवकाशांत विसर्जन पावून नाहींसा होतो. शक्तीच्या दुसऱ्या कोणत्याहि स्वरूपाचें पिंडमय गतींत रूपांतर करितांना असेंच होतें. शक्तीचें कोणतेंहि रूपांतर, मग तें कसल्याहि प्रकारचें असो, त्यामध्यें उष्णता उत्पन्न होण्याची प्रवृत्ति नेहमीं दिसून येते; व या उष्णतेचा कांहीं भाग नाहींसा होतो. या आपल्या निरीक्षणावरून त्यानें १८५२ त शक्तिविक्षेपाची कल्पना काढली व एडिंबरोच्या रॉयल सोसायटीपुढें ती ठेवली. याच वर्षीं "यांत्रिक शक्तीच्या विक्षेपाकडे सृष्टींतील सार्वत्रिक प्रवृत्ति" या नांवानें फिलॉसॉफिकल मॅगेझिन मध्यें निबंधरूपानें त्यानें ती प्रसिद्ध केली.

वर सांगितलेल्या तत्त्वावरून प्रो. थॉम्सननें असा आश्चर्य वाटण्याजोगा निष्कर्ष काढिला कीं, "ज्या अर्थीं सममूल्यापेक्षां जास्ती विक्षेपाखेरीज या यांत्रिक शक्तीची पुनस्स्थापना करणें अशक्य आहे" त्या अर्थीं आपल्याला ज्ञात असलेलें विश्व एकसारखें क्षीण होणाऱ्या यंत्रासारख्या स्थितींत असलें पाहिजे; आणि विशेषतः आपण रहात असलेलें जग विशिष्ट पण निश्चित कालापूर्वीं मनुष्यवस्तीला अयोग्य असलें पाहिजे व एका विशिष्ट कालानंतर पुन्हां तसेंच झालें पाहिजे. आज या विचारांत आपणांस कांहीं विशेष वाटलें नाहीं तरी अर्ध्या शतकापूर्वीं तें अत्यंत विस्मयकारक वाटलें असलें पाहिजे यांत नवल नाहीं. तथापि कांहीं प्रगत अशा तत्त्वज्ञान्यांनां थॉमसनच्या सिद्धांताचें आकलन करतां आलें व शक्तिनित्यत्व आणि शक्तिविक्षेप हे सिद्धांत एकमेकांनां पूरक आहेत हें त्यांनां पटलें. तथापि रँकिन सारखे कांहीं तत्त्वज्ञ ही विक्षेपित शक्ति पुन्हां कोणत्या तरी रूपानें आपणांस मिळेल असें म्हणत होते. तरी कांहीं काळानें थॉम्सनचा सामान्य सिद्धांत व त्याच्या परिणामाबद्दल थॉम्सनचे निष्कर्ष सर्वमान्य झाले. याप्रमाणें शक्तीच्या गुणधर्माविषयींच्या नवीन मतांचा उदय दुसऱ्या प्रत्येक नवीन कल्पनेच्या उदयाप्रमाणेंच झाला. तरुण माणसें नवीन मतें लवकर ग्रहण करतात पण जुन्या तत्त्वज्ञान्यांनां नवीन चाकोरींत येण्यास फारच विलंब लागतो. शक्ति म्हणजे केवळ गतियुक्त

द्रव्याचें एक आविर्भवन आहे, या कल्पनेचा विकास होण्यास ज्यांचा हातभार लागलेला मागें सांगितला आहे त्या माणसांचीं, त्यांनीं क्रांतिकारक प्रयोग केले त्यावेळचीं, वयें काय होतीं हें समजून घेणें निरर्थक होणार नाहीं व त्या योगानें वरील विधानाची सत्यताहि पटेल.

केवळ वीस वर्षांचा असतांना डेव्हीनें घर्षणानें बर्फ वितळविण्याचा अत्यंत संस्मरणीय प्रयोग केला. रॉयल सोसायटीशीं प्रथमच संबंध घडला त्या वेळीं यंगचेंहि वय तितकेंच होतें; व आपला लहरीसिद्धांत प्रथमच जोरानें पुढें मांडण्याच्या वेळीं तो सत्ताविस वर्षांचा होता. याच क्षेत्रांत फ्रेस्नेलनें जेव्हां आपले पहिले महत्त्वाचे शोध लाविले तेव्हां तो सव्वीस वर्षांचा होता. याचा पुरस्कर्ता जो अरॅगो तो फ्रेस्नेलपेक्षां काय तो दोनच वर्षांनीं वडील होता. शिवाय तो मागील दहा वर्षांपासून इतका प्रसिद्ध झाला होता कीं तो जुन्या पिढींतला असावा अशी त्याबद्दल एकदम कल्पना होई.

उष्णतेच्या ध्रुवीभवनाचा शोध करण्याच्या वेळीं फोर्ब्झ तिशीच्या आंत होता. ज्याला या शोधानें उष्णतेचें यांत्रिक सममूल्य काढण्यास स्फूर्ति झाली तो मोह्र त्या वेळीं एकतीस वर्षांचा होता. १८४० त आपल्या मोठ्या कार्याला हात घालण्याच्या वेळीं जूल बावीस वर्षांचा होता व ज्याच्या संशोधनाचेंहि हेंच वर्ष होतें तो मेयर या वेळीं सव्वीस वर्षांचा होता. याच सिद्धांताचा स्वतंत्रपणें केलेला शोध प्रसिद्ध करते वेळीं हेल्महोल्ट्झचें वयहि इतकेंच होतें. ब्रिटिश सोसायटींत जूलच्या मदतीस विल्यम थॉम्सन धांवून गेला तेव्हां तो नुकताच सज्ञानदशेस पोहोंचला होता; यानंतर सात वर्षांनीं त्यानें आपला शक्तिविक्षेपाचा सिद्धांत बसविला. उष्णतागतिशास्त्रवर्धक म्हणून प्रसिद्ध असलेले क्लॉसियस आणि रँकिन तिसावें वर्ष लागण्यापूर्वींच आपल्या नवीन अध्ययनांत बरेच पारंगत झाले होते. याला अपवादात्मक उदाहरणें हर्शेल व फॅरडे यांचीं देतां येतील. हर्शेलनें आपल्या पस्तिशीच्या पुढें दुर्बीण हातीं घेतली; व जेव्हां त्यानें विच्छिन्नकिरणपटांतील उष्णतेचे किरण शोधून काढले त्या वेळीं तो पन्नाशीच्या पुढें होता. फॅरडेचें निम्में वय गेल्यावर त्याचें लक्ष विद्युत्‌कडे गेलें.

अंतिम एकीकरण.—शास्त्राच्या प्रत्येक क्षेत्रांत कांहीं थोडेच मोठाले सामान्य सिद्धांत असतात तेव्हां साहजिकच एखादा मोठा सिद्धांत उदयास आल्यावर दुसरा येण्यापूर्वी बराच काळ सामसुमीचा जातो. शक्तिनित्यत्वसिद्धांताच्या बाबतींत ही सामसूम अर्धे शतक राहिली; म्हणजे याचा अर्थ या दोन पिढ्यांत जग जागच्या जागींच राहिलें असें नव्हे, तर सामान्य जनता विद्वान् शास्त्रज्ञांनीं अगोदरच आक्रमण केलेल्या मार्गावरून हळूहळू त्यांच्या जवळ येत होती. जर शक्तीचें एक स्वरूप म्हणजे वस्तुतः 'भारयुक्त' द्रव्याच्या कणांतील केवळ आंदोलन होय, तर शक्तीचीं इतर सर्व आविष्करणें त्याच प्रकारचीं असलीं पाहिजेत , ही गोष्ट कांहीं थोड्या प्रगत शास्त्रज्ञांनां स्पष्ट कळली होती; पण सामान्य जनतेनें शक्तिनित्यत्वसिद्धांताचें कांहींसें आकलन केल्यानंतरहि बरीच वर्षेपर्यंत तिला वरील सत्याची नुसती कल्पनाहि आली नाहीं. या शतकाच्या साहाव्या दशकांत जेव्हां जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल नांवाच्या तरुण स्कॉच मनुष्यानें इंधकमाध्यमांत दाब व गति यांच्या निरनिराळ्या अवस्थांचीं आविष्करणें म्हणजेच विद्युत् आणि चुंबकत्व होत, अशी आपली कल्पना जाहीर केली तेव्हां तिला लवकर मान्यता मिळाली नाहीं. पुढें १८६३ मध्यें त्यानें प्रकाश उत्पन्न करणाऱ्या इंधकलहरी विद्युच्चुंबकीय लहरींपासून लांबीच्या बाबतीखेरीज कोणत्याहि प्रकारें भिन्न नाहींत' असा सिद्धांत काढला, त्या वेळीं सुद्धां त्याच्याकडे कोणीं लक्ष दिलें नाहीं.

याच वेळीं हेल्महोल्ट्झनेंहि वरील सारखाच प्रकाशासंबंधीं विद्युच्चुंबकीय सिद्धांत पुढें आणिला. पण थोड्याच दिवसांपूर्वी हेल्महोल्ट्झचा शिष्य हेनरिच हर्ट्झ हा आपले प्रयोग करीपर्यंत या दोघां (मॅक्सवेल व हेल्महोल्ट्झ) च्याहि वजनाचा परिणाम तो सिद्धांत रूढ करण्याकडे झाला नाहीं. हर्ट्झनें असें दाखवून दिलें कीं, विद्युदुत्पादक यंत्रांत वैद्युतिक स्थितीला वारंवार अडथळा आणिल्यानें वैद्युतिक तन्यतेंत लहरीप्रक्रमांत रूपांतर करितां येतें, व अशा लहरी प्रकाशाच्या वेगानें इंधकामधून जातात. या शोधापासून प्रकाशाच्या विद्युच्चुंबकीय सिद्धांताची फार वाहवा झाली; तथापि त्याची अद्याप चांगली शाश्वति नाहीं. कसेंहि असलें तरी सध्यां उष्णता, प्रकाश, विद्युच्चुंबकत्व इत्यादि विसर्जक शक्तीच्या सर्व प्रकारांत एकच सार्वत्रिक माध्यमाच्या आंदोलनगतीच मुख्यत्वानें असतात; व त्यांत लहरींच्या लांबीशिवाय दुसरा कांहींहि भेद नसतो, याविषयीं मुळींच वाद नाहीं.

याप्रमाणें एक संबंध शतक प्रयोग, गणित आणि चर्चा यांत जाऊन "निर्भार" द्रव पदार्थांची कल्पना टाकण्यांत येऊन द्रव्याच्या कणांतील गतीचीं आविष्करणें अशी त्यांची उपपत्ति लावण्यांत आली. एकोणिसाव्या शतकांतील भौतिकशास्त्र झाला प्रकाश, उष्णता, विद्युच्चुंबकत्व हें प्रत्येक एक निर्भारद्रव पदार्थ आहे ही कल्पना टाकतांना त्या जागीं ज्यांचीं निरनिराळीं कंपनें, लहरी, लघु लहरी, आवर्त किंवा ताण इत्यादि आविष्करणें, ज्यांनां प्रेरणाशक्ति अशी सामान्य संज्ञा आहे अशा रूपानें प्रगट होतात असा एक सर्वव्यापी द्रव पदार्थ मानावा लागतोच. या पदार्थाला तो इंधक असें म्हणतो व त्याला कांहीं वजन नसतें असें समजतो. वस्तुतः अनेक निर्भार द्रव पदार्थांबद्दल त्यानें एक घेतला व निर्भारद्रव हा शब्दच अजीबात काढून टाकून त्याबद्दल इंधक योजलें इतकेंच कायतें. या दृष्टीनें इंधक हा संबंध विश्वांत अतिशय चमत्कारिक पदार्थ आहे असें म्हणतां येईल.

जेम्स क्लार्क मॅक्सवेलची इन्धकविषयक कल्पना.—इन्धकाच्या घटनेसंबंधानें बरोबर कल्पना करणें

अवघड आहे. तथापि त्याच्या अस्तित्वाविषयीं मुळींच शंका नाहीं. कांहीं भौतिकशास्त्रज्ञ या सर्वव्यापी व्यापक पदार्थास द्रव्य हें नांव देण्यास नाखूष आहेत; पण तें ' कांहीं तरी ' अतिशय महत्त्वाचें असें ' कांहींतरी ' आहे याविषयीं मुळींच वाद नाहीं. त्याच्याखेरीज आपणांस प्रकाश, विसर्जक उष्णता, विद्युत् किंवा चुंबकत्व याविषयीं कांहीं माहिती झाली नसती; त्या व्यतिरिक्त गुरुत्वाकर्षण म्हणून कांहीं असूं शकेल कीं नाहीं याची शंकाच आहे; यापलीकडे जाऊन शास्त्रज्ञ असेंहि सुचवितात कीं, या चमत्कारिक कांहींतरी–इंधक–शिवाय विश्वांत द्रव्य म्हणून कांहीं म्हणतात तें अस्तित्वांतच नसतें. अर्वाचीन भौतिकशास्त्रज्ञांचें हें म्हणणें जर खरें असेल तर हें स्पर्शागोचर इंधक द्रव्य विश्वांतील सर्व वस्तूंपेक्षां अतिशय मोठा एकसारखा पसरलेला व महत्त्वाचा पदार्थ आहे व याचा शोध म्हणजे १९ व्या शतकांतील एक महत्कृत्य आहे असें म्हणतां येईल.

इंधकाचा नक्की शोध लागण्यापूर्वी त्याचीं स्वप्नें मात्र पुष्कळांनां पडलीं होतीं. निरनिराळ्या तत्त्ववेत्त्यांनीं जगांतील अवकाश कांहींतरी एका विशिष्ट पदार्थानें व्यापलेला आहे असें प्रतिपादिलें होतें. अर्थात् हीं द्रव्यें प्रत्येकाचीं निरनिराळीं होतीं. पण कोलंबसाला ज्याप्रमाणें अमेरिकाखंड शोधण्याच्या कामीं पुष्कळांनां अज्ञात समुद्रावरील भूभागाचीं पडलेलीं स्वप्नें उपयोगी पडलीं नाहींत त्याचप्रमाणें या स्वप्नांचाहि इंधकाच्या शोधाच्या कामीं उपयोग झाला नाहीं. तथापि हें कबूल केलें पाहिजे कीं, प्रकाशाच्या लहरीसिद्धांताच्या उत्पादकाला (हायगेंझला) १७ व्या शतकांत खऱ्या इंधकाचें ज्ञान झालें होतें, पण त्याचे समकालीन व पुढील जवळजवळ आठ पिढ्या यांनां त्याच्या कल्पना मुळींच मान्य नव्हत्या, तेव्हां कोलंबसाशीं नॉर्समनचा जितका संबंध येतो तितकाच संबंध वस्तुतः १९ व्या शतकांतील इंधकाचे शोधक व हायगेंझ यांच्यांत आहे.

इंधकाची कल्पना काढणारा शोधक कोलंबस टॉमस यंग हा होय. १९ व्या शतकाच्या आरंभीं प्रकाशाच्या लहरीसिद्धांताचे निश्चित पुरावे जेव्हां त्यानें पुढें मांडिले तेव्हांच त्याचा यासंबंधीं शोध पुरा झाला होता. प्रकाश म्हणजे लहरी असतात, असें म्हणणें म्हणजे लहरी ज्यांत उत्पन्न होतात असें कांहींतरी गृहीत धरणें अवश्य होय; आणि हें कांहींतरी हवा असूं शकणार नाहीं. कारण तारांमधील अवकाशांत यदाकदाचित् जर हवा असेल तर ती अतिशय थोडी असली पाहिजे व त्यांतून प्रकाश तर आमच्यापर्यंत आहे तसा येऊन पोंचतो. पण जर हवा नसेल तर दुसरें काय असेल? याचें उत्तर स्पष्ट आहे. तें हें कीं, हवेपेक्षां जास्त स्पर्शागोचर कांहीं असेल; तें इंद्रियागोचर, ज्ञानागम्य आहे, तरी तें सर्वत्र–बाह्यतः रिकाम्या दिसणाऱ्या जागीं सुद्धां–वास करितें; व सर्व पारदर्शक घन व द्रव पदार्थांतून आरपार जातें. या स्पर्शागोचर ' कांहीं तरी ' ला यंगनें तेजोवाही इंधक असें नांव दिलें.

टॉमस यंग व तेजोवाही इन्धक.–यंगला प्रथम असें वाटलें कीं, प्रकाश आणि विसर्जक उष्णता उत्पन्न करणाऱ्या लहरी अनुमार्गी असतात व अशा अनुमार्गी (लाँजिटयूडनल) लहरी सामान्य प्रवाही पदार्थांचे गुणधर्म असणाऱ्या एखाद्या प्रवाही पदार्थाकडून वहन केल्या जातात. तेव्हां इंधक हें गुणधर्मांनीं प्रवाही पदार्थासारखेंच एक द्रव्य असून फक्त त्याचें स्पर्शागोचरत्व इतर प्रवाही पदार्थांपेक्षां फारच अधिक आहे असें त्यानें साहाजिकच ठरविलें. पण १८१८ च्या सुमारास फ्रेस्नेल आणि अरॅगो यांच्या प्रकाशद्वविभवनाच्या प्रयोगांनीं अनुमार्गी आंदोलनांचा सिद्धांतच खरा आहे कीं नाहीं अशी शंका उत्पन्न केली. यानंतर यंग आणि फ्रेस्नेल यांनां असें आढळून आलें कीं, तेजोवाही लहरी अनुमार्गी नसून तिर्यग् मार्गी (ट्रॅन्सव्हर्सल) असतात. यापुढील प्रयोगांनींहि हेंच खरें ठरविलें आहे. पण सामान्य प्रवाही पदार्थ–वायू आणि द्रव–अनुमार्गी आंदोलनें वाहून नेत नाहींत; फक्त दृढ म्हणजे घट्ट पदार्थ (रिजिड) हें करूं शकतात. तेव्हां असें मानणें प्राप्त झालें कीं, तेजोवाही इंधक म्हणजे एक अत्यंत स्थितिस्थापक दाढर्य असलेला अत्यंत चपल प्रवाही पदार्थ होय. स्थितिस्थापक दाढर्याचा गुण स्पर्शगोचर घन पदार्थांत असतो पण प्रवाही पदार्थांत मुळींच नसतो.

तिर्यक् आंदोलनाची कल्पना ग्रहण केल्यास त्याबरोबर दुसरें एक कोडें येत असे. आपल्याला प्रकाशाची भावना करून देणाऱ्या आंदोलनानें इंधकांत कंप उत्पन्न केले असतां त्याच्या द्रव्यांत मूळ कंपनाला काटकोन करून जाणारीं दुय्यम कंपनें कां उत्पन्न होत नाहींत? अशीं लंब कंपनें नसावींसें दिसतें; कारण तीं असतीं तर एखाद्या कोंपऱ्यापलीकडील भागहि आपणांस दिसला असता. मग तीं कां नाहींत याचें उत्तर काय? याची भौतिकशास्त्रज्ञांनां फक्त एकच उपपत्ति लावितां येते. ती म्हणजे इंधक हें संकोचन क्षम नाहीं. त्यानें सर्व मानवज्ञात जागा अगदीं पूर्णपणें व्यापिली आहे.

स्थितिस्थापक दाढर्य व असंकोचनीयत्व याखेरीज इंधकाचा आणखी एक धर्म म्हणजे घर्षणाभाव. हाहि गुणधर्म त्यांत कसा असूं शकेल हें कळण्यास व समजावयास कठिण आहे. तेव्हां आतां इंधक हा दृढ व असंकोचनीय पदार्थ सर्व जागा व्यापून स्पर्शज्ञेय द्रव्याच्या प्रत्येक कणांत जातो; तथापि या द्रव्याच्या गतींनां थोडासुद्धां विरोध आणतांना दिसत नाहीं. हे इंधकाचे काल्पनिक गुणधर्म सर्वस्वी पटण्यास अतिशय अवघड आहेत. शास्त्रज्ञ तर हें पूर्ण स्थितिस्थापकत्वाच्या गुणामुळें घडतें; व यामुळेंच द्रव्याचा एक चलकण पुढें सरण्याला जेवढा जोर लागतो तेवढा इंधक त्यानें रिकामी केलेली जागा व्यापतांना त्याला देतें असें सांगतात. घनपदार्थांच्या द्रव्यांतून इंधक कसें शिरतें हें शास्त्रीय मनाला कळणें कठीण पडणार नाहीं. कारण घनप-

दार्थाच्याहि कणांकणांमध्यें कांहीं तरी अंतर असतें हें त्याला माहीत असतें. पण फ्रेस्नेलच्या मनांत प्रथम असा प्रश्न उपस्थित झाला कीं, घनपदार्थाच्या कणांशीं संयोग होण्यानें इंधकावर बराच परिणाम होत नसेल काय ? कांहीं प्रयोग केल्यानंतर त्याची अशी कल्पना झाली कीं, स्पर्शगोचर द्रव्याच्या अणूंत शिरणाऱ्या इंधकाचा कांहीं अंश बद्ध केला जाऊन, त्या कणांबरोबर त्याला फिरावें लागतें. इंधकाच्या अशा अंशांनां तो " बद्ध इंधक " व बाकीच्या मोठ्या अंशांनां " मुक्त इंधक " असें म्हणत असे. फ्रेस्नेलच्या मृत्यूनंतर अर्ध्या शतकानें फ्रान्समध्यें फिझोनें व इंग्लंडांत क्लार्क मॅक्सवेलनें द्रव्याच्या कणांशीं इंधकाचा कांहीं अंश बद्ध होतो कीं काय हें ठरविण्यासाठीं प्रयोग करून पाहिले. पण त्या प्रयोगांवरून होकारार्थी उत्तर आलें नाहीं, व अद्याप हा प्रश्न अनिश्चितच आहे.

इन्धकाचें अस्तित्व दर्शविणारे फॅरेडेचे प्रयोग.— प्रकाशाचा लहरीसिद्धांत आपलें डोकें वर काढण्यासाठीं झगडत असतां, इंधकाच्या अस्तित्वासंबंधाचा दुसरा एक पुरावा मिचेल फॅरेडेनें पुढें आणिला. विद्युत् व चुंबकीय प्रवर्तनाचे प्रयोग करीत असतांना त्याला माध्यमांत चुंबन व विद्युत्प्रेरणेच्या निश्चित रेषा जास्त जास्त दिसूं लागल्या; त्यांनां विद्युच्चुंबकीय संवेदना असे. न्यूटन आणि इतर अनेक तत्त्वज्ञ यांच्या प्रमाणेंच, दूर अंतरावरहि क्रिया होऊं शकते अशी कल्पना फॅरेडेला पसंत नव्हती व त्याची अशी खात्री झाली कीं, चुंबकत्व आणि विद्युत्प्रवर्तनाचा चमत्कार अवकाशांत सर्व ठिकाणीं भरून राहिलेल्या एका अगोचर सर्वव्यापक माध्यमाचें अस्तित्व जोरानें प्रतिपादन करितात; व याच सर्वव्यापी माध्यमांतून प्रकाश आणि विसर्जक उष्णता यांच्या लहरी वहन केल्या जातात.

यानंतर वर वर्णन केलेली शक्तिनित्यत्वासंबंधींची अखेरची विचारक्रांति त्या शतकाच्या मध्यांत घडून आली; व त्या बरोबरच इंधकासंबंधींचें तत्त्व पूर्णपणें प्रस्थापित झालें असें मानण्यांत आलें. शक्ति ही एक केवळ "गतीची तऱ्हा" आहे अशी कल्पना व त्याबरोबरच, दूर अंतरावरून मध्यमाशिवाय क्रिया होते या कल्पनेला मिळालेली सार्वत्रिक अमान्यता, यामुळें अवकाशभर असलेल्या सर्वव्यापी माध्यमाचा स्वीकार करणें विचारी तत्त्वज्ञांनां आवश्यक झालें. विसर्जक शक्तीचीं सर्व स्वरूपें सारख्याच गतीच्या आकाशांतून फिरतात हीच गोष्ट, त्यांच्या वाहातुकीला कारण एकच सर्वव्यापीमाध्यम —एक इंधक—आहे याविषयीं उघड शाबिती करून देतें असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. प्रो. जे. ऑलिव्हर लॉजनें असें सुचविलें आहे कीं, विद्युच्छक्तीच्या दोन निरनिराळ्या जातींसारखे तद्दर्शक दोन प्रकारचे इंधक असूं शकतील; पण त्याला स्वतःलाच याविषयीं फारशी खात्री वाटत नाहीं.

इन्धकाच्या घनतेसंबंधीं कॅल्व्हिनचें अनुमान.— इंधकाच्या गुणधर्माविषयींच्या अगदीं अर्वाचीन कल्पना सुद्धां यंग आणि फ्रेस्नेल यांच्या मूळ कल्पनांपेक्षां फारशा पुढें गेलेल्या नाहींत. इंधक हा दाढर्य आणि स्थितिस्थापकत्व धारण करणारा एक अविच्छिन्न, असंकोचनीय पदार्थ आहे असें सर्व ठिकाणीं मानण्यांत येतें. लॉर्ड केल्व्हिननें इंधकाचें संभाव्य घनत्व व त्याच्या दाढ्यांचा गुणक (कोईफिशंट) सुद्धां मापला आहे. एखाद्या स्पर्शगोचर घनपदार्थाशीं याची तुलना केल्यास हें अपरंपार पातळ आहे व पोलादाशीं ताडून पाहातां त्याचें दाढर्य अनंत अल्प आहे असें आढळेल. स्पर्शगोचर वस्तूंत अशी एकहि वस्तु सांपडणार नाहीं. या कारणामुळें याची खरी स्थिति आपणांस समजत नाहीं. याच्या अगदीं जवळची सदृश वस्तु पाहूं गेल्यास लॉर्ड केल्व्हिनच्या मतें पारदर्शक पाक (जेली) होईल. घनता आणि प्रतिकार या बाबतींत जेलीशीं इंधकाचें सादृश्य चुकीचें होईल; पण कंपनें आणि स्थितिस्थापक तन्यता यासंबंधांत कांहीं सादृश्य जुळतें खरें.

सध्यांचे मोठमोठे तत्त्वज्ञ इंधकाच्या अस्तित्वासंबंधीं निःशंक आहेत; तरी ही इंधकाची कल्पना शाश्वत राहील किंवा नाहीं हें सांगवत नाहीं. अठराव्या शतकांतील भौतिकशास्त्रज्ञ ज्वलनतत्त्व, उष्णताबीज, प्रकाशाचे परमाणू आणि विद्युत् व चुंबकत्व यांचे प्रवाह याविषयीं जितका निःशंक होता तितकाच हल्लींचाहि आहे. तेव्हां हें शतक उलटण्यापूर्वीं इंधक हें वरील त्याज्य झालेल्या कल्पनांच्या मालिकेंत जाऊन बसल्यास इतिहासाची फक्त पुनरावृत्ति झाल्या सारखेंच होईल.

आवर्तरचनासिद्धांत.— इंधक ही खरी वस्तु असो किंवा नुसता आभास असो. पण तिचा अर्वाचीन भौतिकशास्त्राला विलक्षण उपयोग आहे. शक्तीच्या अभ्यासकाला तें बहुमूल्य वाटतें इतकेंच नव्हे तर द्रव्याच्या अभ्यासकालाहि तें तसेंच वाटतें. या इंधकाच्या कल्पनेवरूनच जड द्रव्यघटनेची उपपत्ति बसविलेली आहे. उ० द्रव्याचा आवर्तरचनासिद्धांत (व्हॉर्टेक्स थिअरी ऑफ मॅटर). ती बरीच समर्थनीय असून टिकाऊ दिसते. अनेक रूपांतलें द्रव्य म्हणजे निरनिराळ्या गतियुक्त इंधकापेक्षां दुसरें कांहीं जास्त नसतें ही ती उपपत्ति होय. या अद्भुत कल्पनेचा जनक लॉर्ड केल्व्हिन होय. गणित आणि प्रयोग यांचा सुसंगम होऊन त्याच्या मनांत ही कल्पना उद्भवली. इ. स. १८५८ च्या सुमारास हर्मन व्हान हेल्महोल्ट्झ आवर्त गतीविषयीं कांहीं सिद्धांत सोडवीत असतां त्याला असें आढळून आलें कीं, घर्षणहीन माध्यमांत एकदां चक्रावर्त स्थापिला म्हणजे तो सिद्धांतदृष्ट्या बदल झाल्याशिवाय कायमचा चालू राहिला पाहिजे. मर्यादित माध्यमांत असा आवर्त V या आकाराचा असून त्याचीं टोकें माध्यमाच्या पृष्ठभागावर असतात. पाण्याच्या पेल्यांतून वाटोळा फिरणारा

चमचा एकदम बाहेर काढल्यास असा आवर्त उत्पन्न करितां येतो. पण अमर्यादित माध्यमांत चक्रावर्त नेहमीं पूर्ण निमीलीतमंडल असलें पाहिजे; त्याचा आकार वर्तुलासारखा किंवा गांठीसारिखा असेल. या फिरणाऱ्या द्रव्याची अस्खलित सांखळी, मग ती साधी किंवा विकृत असो, घर्षणहीन माध्यमांत गतींत बदल न करितां आपला आकार व आवर्त नेहमीं कायम ठेविते. या हेल्महोल्ट्झच्या गणितांतील सिद्धांन्तावरून व प्रो. टेटनें हवेंत आवर्तमंडलें उत्पन्न करण्याकरितां तयार केलेल्या प्रयोगयंत्राच्या साहाय्यानें लॉर्ड केल्व्हिननें आपला अणूंचा आवर्तसिद्धांत (व्हॉर्टेक्स थिअरी)बसवून जगापुढें मांडिला; व द्रव्यघटनेसंबंधाची ही कल्पना पुष्कळ तत्ववेत्त्यांसहि पटली. तथापि ही नुसती गृहीत उपपत्ति आहे हें लक्ष्यांत ठेविलें पाहिजे. याचा खरेखोटेपणा अजून निश्चित झालेला नाहीं. खरा असो वा खोटा असो, विसाव्या शतकांतील द्रव्याविषयीं निश्चित म्हणतां येईल असा हा सिद्धांत आहे.

द्रव्याच्या अंतिम घटनेसंबंधीं बॉस्कोविचचें मत.—द्रव्याच्या अंतिम परमाणूंच्या घटनेखेरीज, अशा परमाणूंचें वर्गीकरण, त्यांचे परस्परसंबंध, गुणधर्म व क्रिया या प्रश्नांकडेहि एकोणिसाव्या शतकांत शास्त्रज्ञांचें लक्ष वेधलें होतें. तथापि अर्वाचीन कल्पनांच्या उभारणीचा पाया मागील शतकांतच घातला गेला होता. द्रव्याच्या अंतिम घटनेविषयीं १८ व्या शतकांतील सर्वमान्य कल्पना रॉजर जोसेफ बॉस्कोविच नांवाच्या इटालींतील एका विद्वान् धर्मोपदेशकानें १७५८ त प्रसिद्ध केलेली होय. ज्यापासून विश्वांतील सर्व पदार्थ बनविले आहेत त्या द्रव्यांत साधे, अविभाज्य, अवितत असे अतिशय पण परिमित परमाणू आहेत; ईश्वरानें या परमाणूंनां आकर्षक व प्रतिसारी प्रेरणा दिल्या असून त्या परस्परांतील अंतरांप्रमाणें बदलतात. अगदीं थोड्या अंतरावर द्रव्याचे अणू एकमेकांनां दूर सारीत असतात. आणि हेंहि अंतर जसजसें कमी होत जातें तसतशी ही प्रतिसारी प्रेरणा अमर्यादित वाढते आणि सरतेशेवटीं प्रत्यक्ष संयोगाला ती कायमचा अडथळा करते. द्रव्याचे अणू गोचर अंतरांवर नेले तर प्रतिसारी प्रेरणेचें आकर्षक प्रेरणेंत रूपांतर होतें. ही आकर्षक प्रेरणा अंतराच्या वर्गाच्या व्युत्क्रम प्रमाणांत कमी होत जाते व हिच्या कक्षेंत अतिशय दूरचे ज्योतिर्गोलहि येतात. असा हा बॉस्कॉविचचा सिद्धांत होता.

भिन्न उष्णमानांत पदार्थांच्या घटकद्रव्यांत होणाऱ्या फरकासंबंधीं डेव्हीचें गणित.—परमाणु म्हणजे केवळ एक बलाचें केंद्र आहे ही कल्पना आध्यात्मिक प्रवृत्तीच्या मनाखेरीज दुसऱ्या कोणालाहि असमाधानकारक वाटणार नाहीं. त्या शतकाच्या अखेरीस हंफ्रे डेव्ही आपलें तत्त्व पुढें करीपर्यंत ही कल्पना सुधारण्याचा कोणींहि प्रयत्न केला नाहीं. उष्णतेवर परिश्रम करीत असतांना डेव्हीला उष्णमानाच्या बदललेल्या परिस्थितींत पदार्थांच्या मूलभूत घटकद्रव्यांत होणारे बदल कळून आले. आपणाला माहीतच आहे कीं, डेव्हीच्या मतें उष्णता म्हणजे द्रव्याच्या अणूंतील गतीचें आविष्करण होय. आपणांस आढळणाऱ्या सर्व पदार्थांनां ज्या अर्थी कांहीं उष्णमान असतें, त्या अर्थी प्रत्येक वस्तूंतील निकटचे अणू अक्षय कंपनस्थितींत असले पाहिजेत, असें डेव्हीनें अनुमान बांधिलें. बॉस्कॉव्हिचप्रमाणें त्याच्याहि मतें हीं कंपनें 'प्रतिसारी प्रेरणा' उत्पन्न करतात. व या प्रतिसारी प्रेरणेमुळें द्रव्याचे अणू एकमेकांपासून दूर राहतात. एखादा पदार्थ ऊन करणें म्हणजे केवळ त्याच्या परमाणूंची कंपनगति वाढविणें होय. अर्थात् या योगें प्रतिसारी प्रेरणा वाढते व एकंदरीनें द्रव्याचें आकारमान जास्त होतें. जर पदार्थाला लावलेली उष्णता पुरेशी असेल तर ही प्रतिसारी प्रेरणा आकर्षक प्रेरणा (संसक्तयाकर्षण) नाहींशी करून टाकण्यास समर्थ होते; व याचा परिणाम असा होतो कीं, परमाणू निरनिराळे होऊन एकमेकांपासून दूर पळण्याचा प्रयत्न करतात व अशा रीतीनें घनाचें वायूंत रूपांतर होतें.

वायूचा गतिविशिष्ट सिद्धान्त.—डेव्हीच्या या सूचक कल्पनांकडे त्या वेळीं कोणीं लक्ष पुरविलें नाहीं. कारण उष्णता ही निवळ एक गति आहे या तत्कालीन शास्त्रीय पंडितांनां अमान्य असलेल्या तत्वावर या कल्पना उभारलेल्या होत्या. पण अर्ध्या शतकानंतर जेव्हां शक्तिविषयीं नवे सिद्धान्त पुढें आले तेव्हां डेव्हीच्या अणूंच्या याच कल्पनांचें पुनरुज्जीवन झालें. त्याच वेळीं जर्मनींत क्लॉसिअसनें व इंग्लंडांत क्लार्क-मॅक्सवेलनें ज्याला पुढें वायूंचा गतिविशिष्ट सिद्धांत म्हणूं लागले त्याचा शोध चालविला होता. एकमेकांपासून अगदीं दूरदूर असलेल्या अणूंच्या घोळक्यांची सैरावैरा धांवाधांव हीच सर्व वायुचमत्कारांच्या बुडाशीं आहे ही सध्यांची रूढ कल्पना हाच तो सिद्धान्त होय. १८ व्या शतकाच्या प्रारंभीं दानिएल बोर्नेली यानें अशी एक विशिष्ट कल्पना पुढें आणिली कीं, वायूंच्या दाबाला कारण अणूंचे आघात असतात. त्या वेळीं दुर्लक्षिलेल्या या कल्पनेचें पुनरुज्जीवन अजमासें एक शतकानें विल्यम हेरॅपाथ यानें व पुन्हां १८४६ त मुंबईच्या जे. जे. वाटरस्टननें केलें. पण १८५७ त क्लॉसिअस व १८५९ त क्लार्क मॅक्सवेल तिला हातांत घेईपर्यंत, ती रुजूं शकली नाहीं.

क्लार्क मॅक्सवेलनें स्थितिस्थापक पदार्थांच्या गतीसंबंधीं व आघातांसंबंधीं जे परिश्रमपूर्वक शोध केले त्यांनीं या सिद्धान्ताला पुष्टि दिली इतकेंच नव्हे, तर अणुविषयक गतिशास्त्राच्या सबंध विषयावर चांगला प्रकाश पाडला. लवकरच वायूच्या घटकभूत धांवत्या अणूंच्या संघातांविषयीं भौतिकशास्त्रज्ञांनां कांहीं एक शंका उरली नाहीं. वायूच्या चिकटपणाचें—म्हणजे त्यांत फिरणाऱ्या

एखाद्या पदार्थास किंवा दुसऱ्या एखाद्या वायूच्या प्रवाहास होणाऱ्या घर्षणीय विरोधाचें प्रमाण—काढण्याच्या अभ्यासावरून गणिताच्या साहाय्यानें वायूच्या अणूंची गति, विशिष्ट वेळांत प्रत्येक अणूला बसणाऱ्या आघातांची संख्या आणि अणूनें आक्रमिलेल्या अनिरुद्ध मार्गाची सरासरी लांबी यांची कल्पना करतां आली. ज्या वेळीं निरनिराळे वायू एकत्र होतात तेव्हां वाय्वभिसरणाचें मान व त्याचप्रमाणें वायूंत उष्णताविसृतीचें मान यांच्या अभ्यासानें हीं मापनें पक्कीं करण्यांत आलीं; कारण या दोन्ही गोष्टी मुख्यतः अणूंच्या सैरावैरा धांवीमुळेंच होतात.

अणूच्या आकारासंबंधीं केल्व्हिनचा कयास.— अशीं मोजमापें घेण्यांत आलीं आहेत हें ऐकूनच प्रथम आश्चर्य वाटतें; पण त्या मोजमापांचे आंकडे पाहिले म्हणजे अधिकच आश्चर्य वाटूं लागतें. क्लार्क मॅक्सवेलच्या गणितांवरून असें दिसतें कीं, नेहमींच्या हवेंतील अणूंनीं आक्रमिलेलें दोन आघातांमधील अंतर अजमासें एक पंचलक्षांश इंच असतें; व अणूंची गति इतकी असते कीं, प्रत्येक अणूला दर सेकंदांत महापद्म आघात बसतात. अर्वाचीन पदार्थविज्ञानशास्त्राच्या अति सूक्ष्मतेचें याहून चांगलें उदाहरण दाखवितां येणार नाहीं. नाहीं म्हणावयाला या हिशेबावरून काढलेला अणूंचे आकार मोजण्याचा दुसरा एक अशाच प्रकारचा शोध आहे. अनिरुद्ध मार्गाची लांबी कळली असतां तिजवरून अणूंचे आकार कसे काढावयाचे हें प्रथम क्लॉसिअसनें दाखवून दिलें. आणि यासंबंधाचे हिशेब जर्मनींत लॉशमिटनें व इंग्लंडांत लॉर्ड केल्व्हिननें स्वतंत्रपणें केले.

या हिशेबांचा निष्कर्ष बहुतेक निर्णायक स्वरूपाचा आहे. यावरून अणूंचें नक्की आकारमान निघालें असें नव्हे तर अणूंचा आकार ज्या दोन मर्यादांमध्यें खास असणार त्या मर्यादांचें अवगमन झालें. लॉर्ड केल्व्हिनच्या मतें, अंतिमसीमा अजमासें जास्तींत जास्त म्हणजे एक कोटयांश सेंटिमिटर आणि कमींत कमी म्हणजे एक दशकोट्यांश सेंटिमिटर ह्या आहेत. या आंकड्यांवरून आपणांस कांहींच बोध होत नाहीं हें खरें. तथापि अणूच्या अतर्क्य लघुत्वाची थोडीबहुत कल्पना येण्याकरितां लॉर्ड केल्व्हिननें खालील उदाहरण दिलें आहे; पाण्याचा किंवा कांचेचा फुटबॉलएवढा गोळा पृथ्वीच्या आकाराएवढा मोठा केला म्हणजे अर्थातच त्यांतील प्रत्येक घटकावयव अणु त्या प्रमाणांतच वाढविला—तर ही प्रवृद्ध रचना बंदुकीच्या गोळ्यांच्या राशीपेक्षां जास्त मोठ्या कणांची पण फुटबॉलच्या राशीपेक्षां कमी मोठ्या कणांची बनली आहे असें दिसेल. किंवा निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे या प्रवृद्ध अणूंचा आकार गोळी व फुटबॉल यांच्या दरम्यान कांहीं तरी होईल.

अणूंतील बीजरूप शक्तीचा अभ्यास.— अणूचा निश्चित आकार कांहीं कां असेना, त्याच्या आद्य मर्यादेंत एक सारखा बदल होत असतो एवढें खरें. कारण अणुविषयक शास्त्रांत सर्वांत जास्त प्रस्थापित झालेली गोष्ट असेल तर ती ही कीं, मामूल स्थितींत अणूचें अत्यंत तीव्र पण विषम कंपन होत असतें. उदाहरणार्थ, वायूच्या एका अणूची सबंध शक्ति केवळ त्याच्या भ्रामक शक्तीवरून (मोमेंटमवरून) मोजींत नाहींत, तर भ्रामक शक्ति व शिवाय आघातांमुळें आलेली परिभ्रमणशक्ति व कंपनशक्ति या सर्वांची बेरीज घेऊन मोजतात. क्लॉसिअसनें असें दाखविलें आहे कीं स्थलांतर गतीमुळें अणूस त्यांच्या एकंदर गतिविशिष्ट शक्तीपैकीं फक्त तीन पंचमांश शक्तीच प्राप्त होत असते. अणूच्या एकंदर शक्तींत (ज्याला आपण "उष्णता" म्हणतों तींत) आणखी एक घटक असतो व तो बीजरूप शक्ति म्हणजे स्थानामुळें, 'प्रसरण' होत असतांना झालेल्या, किंवा बाह्य दाबाशीं अथवा अणूंमधील अंतर्गत आकर्षणाशीं झगडतांना झालेल्या कार्यामुळें प्राप्त झालेली शक्ति होय. ही बीजरूप शक्तीच, (जी वायु संकोचन पावला असतां पुन्हां प्रकट होते व जिनें शास्त्रज्ञांना बरेच दिवस घोंटाळ्यांत पाडलें होतें ती) ब्लॅकची अनुद्भूत उष्णता (लेटंट हीट) होय. वर हवेंत फेंकलेला चेंडू पुन्हां खालीं येऊं लागण्यापूर्वी क्षणमात्र स्थिर होतो तेव्हां त्यांतील शक्ति ज्या अर्थानें अनुद्भूत असते त्याच अर्थानें ही उष्णताहि अनुद्भूत असते.

यावरून असें दिसतें कीं, जिला आपण उष्णता म्हणतों त्या स्थितीच्या उत्पादनांत प्रकट व बीजरूप अशा निरनिराळ्या गतींचा समावेश होतो. मुख्यत्वेंकरून स्थलांतर गतीच काय ती उष्णमानांत मापतां येण्याजोगी आहे; व सर्व अणूंच्या समवायानें जो पदार्थ बनतो त्याची भौतिक स्थिति आपल्या इंद्रियांनां घनरूप, द्रवरूप किंवा वायुरूप भासावी हें, ही स्थलांतर गतीच निश्चित करते. वायुरूप स्थितींत अणूंची स्थलांतर गति सापेक्षदृष्ट्या प्रचंड असते. कारण त्या स्थितींत ते एकमेकांपासून बरेच विलग असतात. हा कांहीं आपण पूर्वी मानलें त्याप्रमाणें अणूंमधील प्रतिसारी प्रेरणेचा पुरावा नाहीं. लॉर्ड केल्व्हिन प्रभृति अर्वाचीन पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञ अशा प्रेरणेचें अस्तित्व मुळींच कबूल करीत नाहींत. ते असें मानतात कीं, वायूंतील अणू आपल्या स्थितिसातत्यामुळें अगदीं स्वतंत्रपणें सरळ रेषांत धांवतात, व दुसऱ्या अणूंवर आघात होतांच ते आपल्या स्थितिस्थापकत्वामुळें एकमेकांपासून पुन्हा परावृत्त होतात. किंवा आघातापूर्वी परस्पर आकर्षणाच्या कक्षेंत येऊन धूमकेतूच्या सूर्याभोंवतील गतीप्रमाणें दोन अणू एकमेकांभोंवतीं फिरतात व नंतर धूमकेतु जसा सूर्यापासून दूर निघून जातो तसे हे अणू पुन्हां एकमेकांपासून दूर होतात.

एखाद्या नियमित जागेंतील अणूंची संख्या कमी करून वाय्वाणूंच्या सरासरी अनिरुद्ध मार्गाची लांबी हवी तितकी वाढवितां येते. प्रो. टेट आणि डेवार यांनीं असें दाखवून दिलें आहे कीं, कृत्रिम रीतीनें इतपत निर्वात जागा करतां येते कीं, त्यांतील शेष अणूंचा सरासरी अनिरुद्ध मार्ग इंचांनीं

मोजतां येतो. हें गणित प्रो. क्रूक्स याच्या अंशुभारमापकानें (रेडिऑमिटरनें) केलेल्या प्रयोगांवर आधारलेलें असून या यंत्रानेंच वायूच्या गतिविशिष्ट सिद्धान्ताचीहि सत्यता सिद्ध करतां येते. प्रो. क्रूक्सच्या मतें इतक्या विरळ स्थितींत असलेला वायु ही द्रव्याची अतिवायुरूप नामक चवथी अवस्थाच होय.

आतां याच्या उलट, जर एखाद्या वायूवरील दाव वाढविला तर त्यांतील अणू जवळ जवळ येतील व त्यांच्या सरासरी अनिरुद्ध मार्गाची लांबी अर्थातच कमी होईल, व शेवटीं दाव पुरेसा वाढविल्यावर ते अणू एकमेकांनां अगदीं चिकटून आघातांच्या अतिशय वाढलेल्या संख्येमुळें अणूंनें आतां अधिकाधिक तीव्र कंपन होऊं लागले व शक्तिनित्यत्वाच्या नियमाप्रमाणें वायूचें उष्णमान वाढेल. अर्थात् नुसता दाव कितीहि वाढविला तरी वायूचें द्रवस्थितींत रूपांतर होणें शक्य नाहीं. जेथें दाव कल्पनातीत मोठा आहे त्या सूर्याच्या केंद्रस्थानीं सुद्धां सर्व द्रव्य वस्तुतः वाय्ववस्थेंतच असलें पाहिजे असें मानण्यांत येतें. तथापि तेथील अणू इतके परस्परनिकट असले पाहिजेत कीं, त्यांच्या घटनेची एखाद्या घनरूप पदार्थाशींच तुलना करतां येईल.

जर दाव घालतेवेळीं फाजील उष्णतेस सभोंवतालीं असलेल्या थंड माध्यमांत विकीरण होण्यास संधि दिली, तर अणू आपल्या शक्तीचा फाजील अंश टाकून देऊन सापेक्षत्वें निश्चल होतील, व एका विशिष्ट उष्णमानावर किंवा वाटल्यास शीतमानावर म्हणा, वायूचें द्रवीभवन होईल. हें रूपांतर ज्या बिंदूवर घडून येतें तो बिंदु निरनिराळ्या पदार्थांचा निरनिराळा असतो. उदाहरणार्थ, पाण्याच्या वावतींत हा बिंदु शतभागात्मक शून्याच्या वर ४०० हून अधिक अंश आहे, तर वातावरणीय हवेच्या वावतींत हा बिंदु शतभागात्मक शून्याखालीं १९४ अंश आहे.

कितीहि दाव घातला तरी ज्या उष्णमानाच्या वर—मग तें उच्च असो किंवा नीच असो—कोणताहि पदार्थ नेहमीं वायुरूपच असतो, त्या उष्णमानास त्या पदार्थाचें स्थित्यंतर उष्णमान किंवा मूल उत्क्वथनबिंदु असें म्हणतात. यावरून असें म्हणतां येणार नाहीं कीं, या बिंदूखालीं तो पदार्थ नेहमीं द्रवस्थितींत असलाच पाहिजे. ही गोष्ट त्यावरील दाबाच्या कमीजास्त प्रमाणावर अवलंबून राहील. स्थित्यंतर उष्णमानाच्या बऱ्याच खालीं सुद्धां अणूंनां विलक्षण गति असते; व ते सैरावैरा धांवतांनां वायुरूप असल्याप्रमाणें दिसतात, पण वास्तविक ते बाष्पमय स्थितींत असतात. या दोन स्थितींत भेद हा कीं, बाष्प ही द्रव स्थितींत आणण्याला फक्त दाव पुरेसा होतो. उदाहरणार्थ, पाण्याच्या वायुरूप स्थितीचें द्रवरूप स्थितींत परिवर्तन शतभागात्मक शून्याच्या वर चारशें अंशांवर होऊं शकते पण वातावरणाचा मामूल दाव असतांना उष्णमान आणखी तीनशें अंश खालीं उतरविल्याखेरीज द्रवरूप होत नाहीं. चारशें अंशांखालीं पाणी वाष्पमय स्थितींत असतें, वायुरूप स्थितींत नसतें. तथापि हें ध्यानांत ठेवलें पाहिजे कीं, दोहोंतील फरक काय तो अणूंच्या चळवळीच्या कमीजास्त प्रमाणांतच आहे.

यावरून असें दिसून येतें कीं, आपल्या भूगोलावर पाणी हें बाष्प व द्रवस्थितींत अस्तित्वांत आहे, शाश्वत वायुस्थितींत नाहीं. ही केवळ भौगोलिक विकासांत एक आकस्मिक रीत्या घडून आलेली गोष्ट आहे. आपण श्वासोच्छ्वास करतों ती हवा "शाश्वत" वायुरूप स्थितींत असते, द्रवरूप किंवा घनरूप नसते. ही देखील तितकीच आकस्मिक गोष्ट आहे. कारण पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचें उष्णमान आणखी सुमारें सवादोनशें अंश उतरविलें तर हवा देखील द्रवरूप धारण करील.

व्यापक दृष्टीनें विचार करतां हा फरक कांहींच नाहीं. विषुव प्रदेश व ध्रुव प्रदेश यांच्या वातावरणीय उष्णमानांतच शंभर अंशापेक्षां जास्त फेरफार होतो; हें उष्णमान आणखी शंभरानें जर कमी केलें तर जेथें प्राणवायु बाष्प बनतो तो बिंदु प्राप्त होईल, दाव वाढविला तर ह्या बिंदूवर त्याचें द्रव बनेल. याच्या आणखी सदतीस अंशांनीं खालीं गेलों कीं आपण नत्राच्या स्थित्यंतर उष्णमान बिंदूवर येऊं.

नीचोष्णमानांत वायूचें वर्तन.— ही गोष्ट केवळ अनुमानें नसून प्रयोगशास्त्रानें स्वतंत्रपणें सिद्ध केलेले सिद्धांत आहेत. पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञानें आपल्या प्रयोगशाळेंत उष्णमानाच्या अशा अवस्था कृत्रिम रीतीनें उत्पन्न केल्या आहेत कीं त्यांत बहुतेक सर्व दमदार वायूंचें स्थित्यंतर होतें. गतिविशिष्ट सिद्धांत बाल्यावस्थेंत असतांनाच फॅरेडेनें कर्बाम्ल वगैरे कांहीं वायूंचें द्रवीकरण केलें, व हा उद्योग विशेषतः स्वित्झर्लंडांत कॅलेटेट, फ्रान्समध्यें पिक्टेट आणि इंग्लंडांत डॉ. टॉमस अँड्र्यूज, व प्रो. जेम्स डेवार यांनीं पुढें चालविला. या द्रवीकरणप्रयोगांत केवळ हवाच नव्हे तर उज्जासारखा अति सूक्ष्म वायु देखील द्रवरूप केला गेला. उष्णमान आणखी कमी केल्यास हा द्रवाचें घनरूपहि धारण करील. हें रूपांतर हवा व कांहीं अतिशय "स्थिर" वायूंच्या बावतींतहि करण्यांत आलें आहे.

अशा रीतीनें उत्पन्न करण्यांत आलेलें शीततेचें मान, पृथ्वीवर आपणांस निसर्गतः अनुभविण्यास मिळतें त्याशीं तुलना करून पाहतां अतिशयच मोठें असतें. तथापि या घनीभूत हवेचेहि अणू अगदीं निश्चल नसतात. म्हणजे इतक्या शीत स्थितींतहि त्यांनां कांहीं उष्णमान असतें, तथापि जींत स्थलांतर किंवा कंपनगतीच्या वावतींत अणू अगदीं निश्चल होतील, अशा एका अवस्थेची कल्पना करतां येणें शक्य आहे. प्रयोगशाळेंत शास्त्रज्ञ अशी उष्णताहीन अवस्था सिद्ध करण्याच्या जवळ जवळ आलेले आहेत, पण अद्यापि ती अवस्था त्यांनां उत्पन्न करतां आली नाहीं. तिला उष्णमानाचें मूल शून्यांश स्थान म्हणतात.

व तो पाण्याच्या गोठण्याच्या बिंदूखालीं म्हणजे मामूल शतभागात्मक शून्यांशाखालीं २७३ अंशांवर आहे असें गणितानें ठरविलें आहे.

या बिंदूच्या जवळचें उष्णमान (किंवा उष्णमानाचा अभाव) ग्रहमध्यावकाशांत किंवा तारकामध्यावकाशांत असेल असा समज आहे. या अवकाशांतून किरणविसर्जक शक्ति किंचिन्मात्रहि ग्रहण केली न जातां जशीची तशीच बाहेर पडते असें मानण्यांत येतें. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर राहणाऱ्या सर्व जीवसृष्टीच्या चैतन्याचा निमिषमात्रांत नाश करणाऱ्या या थंडीपासून आपलें जें रक्षण होतें तें केवळ या भूगोला सभोंवती असलेल्या वातावरणाच्या पातळ घोंगडीमुळेंच होय. हें वातावरण त्याच्या पृष्ठभागावरील तीव्र शीततेमुळें कदाचित् द्रवून पाऊसरूपानें खालीं येत असेल, व पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून बऱ्याच मैलांवर असतांनाच या द्रवाचें पुन्हां वायूंत रूपांतर होत असेल. वातावरणांतील सैरावरा धावणारे अणू पृथ्वीला असंरक्षित स्थितींत सोडून यापूर्वीच अनंत अवकाशांत दूर कोठें गेले नाहींत याचें कारण हेंच असण्याचा संभव आहे.

हल्लीं आपल्या बाह्य वातावरणांत अशा तऱ्हेचें द्रवीभवन घडतें कां नाहीं हा प्रश्न सोडून दिला, तरी सूर्याच्या उष्णता देणाऱ्या शक्तीला जर आपण कायमचे मुकलों (असा धाक जोतिर्विदांनीं घातलेलाच आहे!) तर वातावरणाच्या गर्भांत काय घडामोड होईल बरें? केवळ वातावरणाचाच नव्हे, तर पृथ्वींतील एकूण एक द्रव्याचा प्रत्येक अणु सूर्यापासून प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्षपणें त्याला जी शक्ति मिळते किंवा मिळालेली असते तिजमुळें सारखा कंपनस्थितींत राहतो. तिजवेगळा ठेविल्यास प्रत्येक अणु आपलीच अंतर्गत शक्ति खर्च करून सभोंवतालच्या अवकाशांत वाटून टाकील, व ज्यांत वेळोवेळीं शक्तीचा पुरवठा केला जात नाहीं अशा मानवनिर्मित यंत्राप्रमाणेंच अखेर तो थंड पडेल. मग भविष्यकाळीं जर कदाचित् सूर्याचे किरण आपणांस मिळण्याचें बंद झालें, तर भूगोलाचें उष्णमान मूलशून्यांशापर्यंत खालीं येईल. याचा अर्थ असा कीं, आतां जे वायूचे अणू अतर्क्य वेगानें इकडे तिकडे फिरत आहेत ते असहाय होऊन पृथ्वीवर पडतील; द्रवांचें घनरूप पदार्थांत रूपांतर होईल व घनरूप पदार्थ, त्यांचीं अण्वीय कंपनें अजीबात बंद पडून, आपणांस अतर्क्य असे कांहीं नवीनच गुणधर्म धारण करतील.

प्रचलित अनुमानावरून पाहतां, त्यावेळीं सुद्धां उष्णताविहीन अणूंत चैतन्य राहील. आपण ज्याला उष्णमान म्हणतों तीं क्षणिक परिणाम घडवून आणणारीं दुय्यम कंपनें बंद झालीं तरी अणूची आवर्तगति तशीच चालू राहील. कारण तीं क्षणिक कंपनें आपल्या स्थूल ज्ञानेंद्रियांनां आकलन होणारी द्रव्याची मौतिक स्थिति उत्पन्न करणारी, तरी केवळ अनावश्यक गोष्टींसारखींच होत. द्रव्याचें सार आवर्तगतीच काय ती आहे.

सर विल्यम रॅम्से व नवीन वायू —या शास्त्रज्ञाचे संशोधनपरिश्रम लंडन येथील युनिव्हर्सिटि कॉलेजांत झालेले आहेत. ह्या कॉलेजची गोवेर स्ट्रीटवर असलेली इमारत ब्रिटिश म्युझियम सारखीच असून इमारतीचा अंतर्भाग इतर यूरोपीय संस्थांनां साजेलसाच म्हणजे प्रशस्त, नीटनेटका पण अगदीं साधा असा आहे. परंतु असें जरी आहे तरी या संस्थेंतील प्रो. रॅम्से यांची प्रयोगशाळा निरनिराळ्या शास्त्रीय उपकरणांनीं परिपूर्ण आहे. इतर प्रयोगशाळांप्रमाणें ह्याहि प्रयोगशाळेंत कांचेच्या नळ्या वगैरे सटरफटर वस्तू आहेतच, परंतु येथील दोन तीन उपकरणें विशेषतः प्रेक्षणीय आहेत. ह्यांपैकीं एक उपकरण म्हणजे चांदव्याजवळ खोलीच्या लांबीभर पसरलेली लांकडाची एक लांब पन्हळवजा पेटी असून तिच्याकडे जाण्यास एका टोंकास पायऱ्या व ओटा आहे. ह्या पेटीच्या आकाराच्या नळींतून विच्छिन्नकिरणशास्त्रपटु डॉक्टर बेली यानें निरनिराळ्या वायूंच्या विच्छिन्नकिरणपटांचें निरीक्षण करून त्यांच्या संबंधीं कित्येक गूढ गोष्टींचें ज्ञान प्राप्त करून घेतलें आहे. ह्या पेक्षां ज्यास्त आश्चर्यमूढ करून सोडणारें दुसरें उपकरण म्हटलें म्हणजे कांचेच्या लांब वांकड्या तिकड्या नळ्यांची भली लांबलचक रांग होय. ह्यांपैकीं कांहीं नळ्या कित्येक फूट उंच असून मधून मधून त्यांमध्यें पाऱ्यानें भरलेले पेले व निरनिराळ्या आकारांचीं उष्णमापकें बसविलेलीं आहेत. प्रथमदर्शनींच सर्वसाधारण प्रेक्षकास ह्या नळ्या पाहून विशेष आश्चर्य वाटणार नाहीं, परंतु ह्याच महत्त्वाच्या उपकरणाच्या साहाय्यानें त्याचा संशोधक ट्रॅव्हर्स यास द्रवरूप उज्जाचें उष्णमान काढतां आलें. उज्जाच्या या उष्णमानांत अल्कहल उष्णमापकांतील द्रव सुद्धां घनरूप धारण करतो. हवेच्या मुख्य घटक द्रव्यांची देखील तीच स्थिति होते. ह्या डॉ. ट्रॅव्हर्सच्या आश्चर्यजनक उष्णमापक यंत्रांत उज्जवायु हा मामूल पाऱ्याचें किंवा अल्कहलचें काम करतो, व ह्या यंत्राची पद्धति स्थूलमानानें पाहतां सर्व साधारण उष्णमापक यंत्रांच्या पद्धतीसारखीच आहे.

परंतु ह्यापेक्षांहि अत्यंत आश्चर्यकारक असें उपकरण प्रो. रॅम्से यांच्या खासगी प्रयोगशाळेंत एका नळीवर कांचेच्या कांहीं लहानलहान परीक्षिणी (टेस्टट्यूब्स) पाऱ्यानें भरलेल्या पेल्यांत खालीं तोंडें करून बुडवून ठेवलेल्या दिसतात. परंतु त्यांत अनभिज्ञ पाहुणाऱ्यास आश्चर्य वाटण्यासारखें कांहीं दिसत नाहीं. ज्या अर्थी पारा वर चढत नाहीं त्या अर्थी ह्या नळ्यांमध्यें कांहीं तरी आहे एवढी मात्र कल्पना होते. परंतु हा पदार्थ हुबेहूब भिन्न असल्यास तें दर्शविण्यास त्या पदार्थाच्या रूपांत कमीज्यास्त असें कांहीं दृष्टीस पडत नाहीं. परंतु प्रो. रॅम्से यांजकडून जेव्हां आपणांस या जगांतील अतिशय विरळ स्थितींत असलेल्या क्रिप्, न्युन व झेन या वायूंचे

एकूण एक कण त्या नळ्यांत आहेत असें कळतें, तेव्हां आपण विस्मयविस्फारित नेत्रांनीं त्याकडे पाहूं लागतों. कारण हे सर्व वायू आपल्या वातावरणांतीलच आहेत. ज्या हवेंत प्राणिमात्राचा नेहमीं श्वासोच्छ्वास चाललेला असतो, जींत रसायनशास्त्रासंबंधीं अनेक प्रयोग झाले व होत आहेत त्या हवेंतील ह्या वायूंचें अस्तित्व प्रो. रॅम्से हे शोधून काढीपर्यंत गूढ स्थितींत राहिलें ही मोठी आश्चर्याची गोष्ट आहे.

आर्गनचा शोध–ह्या नवीन वायूंचे अस्तित्व कसें ओळखण्यांत आलें व त्यांचें पृथक्करण कोणत्या प्रयोगांनीं केलें गेलें हें पाहणें फारच मौजेचें आहे. रॉयल इन्स्टिटयूशन मधील लॉर्ड रायले हा शास्त्रज्ञ नत्रवायूसंबंधीं प्रयोग करीत असतां त्यास असें आढळून आलें कीं हवेंतून मिळणारा नत्र हा इतर रासायनिक द्रव्यापासून मिळणाऱ्या नत्रापेक्षां शेंकडा एकनें जड असतो, व ह्यावरून त्यानें असें अनुमान बांधलें कीं, हवेंतील नत्रामध्यें कांहीं तरी दुसऱ्या द्रव्याचें मिश्रण असावें. आश्चर्याची गोष्ट ही कीं, एक शतकापूर्वी नत्रवायूचा संशोधक कॅव्हेंडिश यानें जे प्रयोग केले, त्यांतहि त्यानें हवेपासून निराळ्या केलेल्या नत्रांत नत्राशिवाय दुसरा कांहीं वायुरूप पदार्थ असावा अशी अस्फुट शंका त्यास आली होती. परंतु तिकडे आतांपर्यंत कोणीं लक्ष दिलें नव्हतें. इ. स. १८९५ मध्यें लॉर्ड रायले आणि प्रो. रॅम्से यांनीं प्रयोग करून हा नत्रमिश्रित वायु निराळा काढला. व त्यास आर्गन असें नांव दिलें. हा उन्हाळ्यांमध्यें, उल्कांमध्यें, सैंधवांतील शोषित वायूंत व इतर कांहीं खनिज पदार्थांत सांपडतो. परंतु कोणत्याहि प्राणिज किंवा वानस्पत्य पदार्थांत तो आढळत नाहीं. वातावरणांत तो शेंकडा एक या प्रमाणांत आढळतो. हा वर्णहीन असून याचा परमाणुभारांक ३९. ९ आहे. याचा अणु एकाच परमाणूचा बनलेला असतो. यावरूनच हा मूलद्रव्य आहे हें उघड होतें. कारण एका परमाणूचा संयुक्त पदार्थ असणें शक्य नाहीं. शैत्य आणि दाब यांच्या योगें हा द्रवरूप पावतो. याचा विच्छिन्नकिरणपट बराच भानगडीचा आहे. याचा दुसऱ्या पदार्थाशीं संयोग करण्याचे सर्व प्रयत्न निष्फळ झाले आहेत. तो प्राणाशीं संयोग पावत नाहीं, पण मग्नबाष्पाशीं संयोग पावतो असें ट्रूस्ट आणि औव्हरार्ड यांचें म्हणणें आहे. उज्ज, हर, वगैरेशीं तो संयोग पावत नाहीं व प्लवसारख्या संयोगशील द्रव्याशींहि त्याचें पटत नाहीं.

सौरवायूचा शोध.— १८८८ मध्यें डॉ. हिलेब्रँड (अमेरिका) यानें वरुणायिताच्या क्षीव्हित (युरेनिनाइटच्या क्लीव्हेट) नांवाच्या एका स्वरूपावर कमजोर गंधकाम्लाची क्रिया केली असतां एक नत्रासारखा वायु बाहेर पडतांना आढळला. १८९५ मध्यें रॅम्सेनें त्याचें पुन्हां विच्छिन्नकिरणदर्शकानें परीक्षण केलें. तेव्हां त्यांत त्याला एक पिंवळी रेषा दिसली. अशी रेषा १८६८ सालीं खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळीं घेतलेल्या वर्णपटांत आढळली होती; व त्या वेळीं फ्रँकलंड आणि लॉकियर यांनीं ती सर्वज्ञात मूलद्रव्यावाहेरील एखाद्या द्रव्याची असली पाहिजे असें सुचवून या नव्या वायूला सौर असें नांव दिलें होतें. हाहि एकाणुक असून याचा परमाणुभारांक ४ आहे. हाहि दुःसंयोग्य आहे. कमरलिंघ ओन्स यानें १९०८ मध्यें यास द्रवरूपांत आणलें.

क्रिप्त, न्युन व झेन यांचा शोध.—वरीलप्रमाणें हवेंत आर्गन वायूचें अस्तित्व सिद्ध झालें, तरी तेवढ्यावरून द्रवरूप हवेसंबंधीं प्रयोगांतील सर्व चमत्कारांचा उलगडा होत नाहीं, असें प्रो. रॅम्से व त्यांचे मदतनीस यांस आढळून आलें. इ. स. १८९८ मध्यें प्रो. रॅम्से यांनां हवेंतील दुसऱ्या तीन मूलद्रव्यांचा शोध लागला. हीं तीन द्रव्यें म्हणजेच उपर्युक्त क्रिप्त, न्युन व झेन हे वायू होत. या वायूंचे परमाणुभारांक नियतांतरतेच्या नियमांत बरोबर बसतात. प्रो. रॅम्से यांनीं या तीन वायूंसंबंधीं जे अनेक प्रयोग केले त्यांवरून बरीच उपयुक्त माहिती निघाली. त्यांचें अस्तित्व १८९५ मध्यें ज्युलियस थॉम्सन यानें सुचविलें होतें. परंतु हे तीन वायू आणि आर्गन व सौर या मूलद्रव्यांचा एक असा विशेष धर्म आढळून आला आहे कीं, त्यांतील प्रत्येक अणु एक एकच परमाणूचा बनलेला आहे. तथापि ह्यापेक्षां आश्चर्याची गोष्ट ही कीं, ह्या मूलद्रव्यांचे परमाणू पृथ्वीवरील दुसऱ्या कोणत्याहि मूलद्रव्यांच्या परमाणूंशीं रासायनिक संयोग पावत नाहींत. ह्या एका विशेष गुणामुळेंच ह्या वायूंचें संशोधन इतक्या उशीरां झालें. कारण एखादें मूलद्रव्य कोणतें आहे हें ओळखण्याची मामूल रीति म्हटली म्हणजे त्याच्याशीं संयोग होऊन एखादा परिचित पदार्थ तयार व्हावा म्हणून अनुकूल परिस्थितींत त्यास दुसऱ्या एखाद्या पदार्थाच्या सन्निध आणावयाचें. परंतु या नवीन मूलद्रव्यांच्या बाबतींत असला प्रयोग कोणत्याहि परिस्थितींत यशस्वी होणें शक्य दिसत नाहीं. अर्थात् निरनिराळ्या उष्णमानांत व दाबाखालीं आकारांत होणारा फरक, द्रवस्थितींत आणणारें स्थित्यंतर उष्णमान व दाब यांचा अभ्यास, असल्या पदार्थवैज्ञानिक कसोट्यांवरच आपणांस सर्वस्वी अवलंबून राहिलें पाहिजे. सर्वांत महत्वाची कसोटी म्हटली म्हणजे ज्या यंत्राच्या साहाय्यानें सूर्यांत सौर हें मूलद्रव्य असल्याचा शोध लागला, त्या विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्राची होय. परीक्षिणींत ठेवलेला प्रत्येक वायु त्यांतून जाणाऱ्या प्रकाशलहरींनां अशा प्रकारें अडथळा करतो कीं, त्रिपार्श्वांतून पाहिलें असतां कांहीं विशिष्ट रंगाच्या व विशिष्ट प्रकारें मांडणी केलेल्या रेषांचा विच्छिन्नकिरणपट दृग्गोचर होतो, व त्यामुळें हा क्रिप्त, हा न्युन, हा झेन असें निश्चितपणें सांगतां येतें.

आपण ज्या हवेचा श्वासोच्छ्वास करतों तींत कोणतीं द्रव्यें असतात असा एखाद्यास प्रश्न केल्यास तावडतोब तो प्राण, नत्र, कर्बाम्ल, जलबाष्प व अम्नाचा थोडा अंश असें उत्तर

देईल. या सर्वांचे धर्मही अगदीं ठळक आहेत. प्राण हें तर प्राणधारणेस जरूर असणारें आवश्यक द्रव्यच आहे. नत्र देखील सेंद्रियांनां तितकाच परंतु निराळ्या रीतीनें महत्त्वाचा आहे. निराळ्या म्हणण्याचें कारण तो प्राणाप्रमाणें फप्फुसांतून शरीरांत घेतला जात नाहीं. जलबाष्प ह्या प्राण उज्ज यांचा संयुक्त पदार्थ असून त्याचें महत्त्व कोणास सांगावयास पाहिजे असें नाहीं. जीवनरसाचा तो मुख्य भागच आहे. जलबाष्पाप्रमाणें कर्बाम्लांत देखील प्राण हें द्रव्य आहे, पण यांत तें कर्बाशीं संयोग पावलेलें असतें. शरीरघटकधातूंचें पृथक्करण होऊन हें द्रव्य तयार होतें, व त्याचा शरीरावर घातक परिणाम होत असल्यामुळें प्राण्यांनां तें श्वासोच्छ्वासाच्या द्वारें एकसारखें बाहेर टाकावें लागतें. अम्न हें द्रव्य हवेंत अतिशय सूक्ष्म प्रमाणांत असतें व तो नत्र व उज्ज या परिचित मूलद्रव्यांचाच संयुक्त पदार्थ आहे.

सारांश हवेंतील हीं सर्व घटकद्रव्यें निसर्गांत जिकडे तिकडे विपुल प्रमाणांत वास करतात; व अतएव तीं सर्व वर्धनशील सेंद्रियांनां अत्यावश्यक अशीं आहेत. ह्यांपैकीं प्रत्येक द्रव्य सजीव सेंद्रियांनां पोषक असेंच आहे. असें असतां हवेंतील आर्गन, क्रिप्त इत्यादि नवीन शोध लागलेल्या द्रव्याचा सजीव सेंद्रियांनां कांहींच उपयोग दिसत नाहीं, ही मोठी आश्चर्याची गोष्ट आहे. त्याचप्रमाणें ह्या नवीन वायूंचा प्रत्येक परमाणु अगदीं स्वावलंबी स्वयंपूर्ण असा असून त्याला कोणाशींहि-स्वतःच्या दुसऱ्या अणूशीं देखील-सहकारिता करावीशी वाटत नाहीं. ह्याच्या उलट हवेंतील इतर घटकवायूंचे परमाणू परस्पर संयोगाकरितां धडपडत असतात. तेव्हां ह्या नवीन वायूंचा प्रत्येक परमाणु स्वयंपूर्ण असण्याचा धर्म अतिशय आश्चर्यकारक आहे यांत संशय नाहीं.

प्रो. जे. जे. थॉम्सन व विद्युत्‌चें स्वरूप.—मानवी ज्ञानाच्या दृष्टीनें नुकत्याच ज्ञात झालेल्या अतएव नवीन अशा ह्या द्रव्यासंबंधीं विचार करूं लागलें असतां कित्येक मनोरंजक प्रश्न उद्भवतात. हे जे क्रिप्त, न्युन व झेन वायू आहेत ह्यांचे परमाणू सृष्टीच्या उभारणीमध्यें कोणत्याहि प्रकारचा कार्यभाग न उचलतां आरंभापासून सध्यां दिसतात त्या एकलकोंड्या अवस्थेंतच आहेत काय ? व ह्या परमाणूंचा ह्या एकलकोंडेपणाच अनंतकालपर्यंत असाच कायम राहणार किंवा कसें ? ज्याप्रमाणें इतर मूलद्रव्यांच्या परमाणूंत परस्पर सहकारिता असते त्याप्रमाणें ह्या नवीन द्रव्यांच्या परमाणूंत कां असूं नये ? ह्या प्रश्नांचीं उत्तरें कदाचित् पूर्णपणें देतां यणार नाहींत. परंतु अलीकडील निरनिराळ्या क्षेत्रांतील शास्त्रीय प्रगतीवरून कांहीं सूचक गोष्टी पुढें मांडतां येण्यासारख्या आहेत. विशेषतः विद्युद्वहन व विद्युत्किरणविसर्जन यासंबंधीं जें संशोधन झालें त्याचा ह्या ठिकाणीं फार उपयोग होणार आहे.

विद्युत्संबंधीं संशोधकांमध्यें प्रो. थॉम्सन इतका मुरलेला शास्त्रज्ञ क्वचितच आढळून येईल. ह्याच्या संशोधनकार्याचा थोडक्यांत आढावा घेतला असतां कित्येक गुंतागुंतीच्या प्रश्नांवर प्रकाश पडणार आहे.

अनेक द्रवरूप पदार्थ विद्युद्वहन बऱ्याच सौकर्यानें करतात ही गोष्ट शास्त्रज्ञांस पूर्वीपासून माहीत आहे. अलीकडे असें दिसून आलें आहे कीं, प्रत्येक द्रवरूप पदार्थाच्या परमाणुघटनेमध्यें व विद्युद्वहनामध्यें कांहीं चमत्कारिक संबंध आहे. जर एखादा परमाणु दुसऱ्या एकाच परमाणूबरोबर संयोजित होण्यास समर्थ असला (म्हणजे अर्थात् एकमूल्यक असला) तर तो आपल्याबरोबर विद्युत्संचयाचें एक मूलमान-ज्याला वैद्युदणु असें म्हणतात-वहन करून नेतो. तो परमाणु द्विमूल्यक असेल तर दोन वैद्युदणू व त्रिमूल्यक असला तर तीन वैद्युदणू नेतो. ह्यावरून वैद्युदणु व परमाणु यांच्यामध्यें निकट संबंध असला पाहिजे हें उघड आहे.

विद्युद्वहनाच्या दृष्टीनें वायूंचा अभ्यास.—वायुरूप द्रव्यांच्या विद्युद्वाहक धर्मासंबंधीं संशोधनांत तर ह्यापेक्षांहि जास्त मौज आहे. नेहमींच्या परिस्थितींत वायुरूप द्रव्यामध्यें विद्युद्वाहकता नसते, परंतु वायूमध्यें ह्या विद्युद्वहनाचा धर्म पुष्कळ तऱ्हांनीं उत्पन्न करतां येतो. उदाहरणार्थ, सफेत उजेड देणाऱ्या धातूशीं अगर ज्वालेशीं संपर्क केला असतां, किंवा अतिनीललोहित प्रकाशाची, रॉंटजेन किरणांची किंवा विद्युत्किरणविसर्जक द्रव्यांच्या किरणांची त्यावर क्रिया केली असतां वायूमध्यें विद्युद्वहनशीलता उत्पन्न करतां येते. आतां असा प्रश्न उद्भवतो कीं, वायूमध्यें अशा प्रकारचा विद्युद्वहनाचा धर्म आणला असतां त्यांत काय बदल होतो ? ह्या प्रश्नाचें थोडक्यांत उत्तर म्हणजे पहिली मुख्य गोष्ट ही कीं अशा प्रकारच्या वायूंत एका नवीन प्रकारचे कण असतात, व हे नवीन कण तो वायु लोकरींतून अगर पाण्यांतून घालविला असतां निराळे करतां येतात. कारण अशा रीतीनें गाळलेल्या वायूंत ज्या अर्थी विद्युद्वहनाचा धर्म रहात नाहीं, त्या अर्थी हेच परमाणू विद्युद्वहनाला कारण असले पाहिजेत. वायूपासून हे कण वेगळे काढण्याची दुसरी एक रीत आहे. जर एखादा वायु ज्यांच्या पैकीं एक विद्युत्स्थापित करून विद्युन्मापकास जोडलेला आहे अशा दोन धातूंच्या पत्र्यांमधून घालविला, तर दुसऱ्या पत्र्यांतून पाठविलेला जोराचा धनविद्युत्प्रवाह त्या कणांचा कांहीं भाग विद्युत्स्थापित पत्र्याकडे रेटीत नेईल. या वरून हे कण धनविद्युत् असतात असें ठरतें. त्यांतून किती विद्युत्संचय वहन करून नेला गेला हें विद्युन्मापक यंत्रानें मोजतां येतें.

अशा रीतीनें एकदां वायूंतील ह्या सूक्ष्म कणांनीं एकंदर विद्युत्संचय किती वहन करून नेला हें माहीत झाल्यास त्या सूक्ष्म कणांची संख्या समजल्यावर प्रत्येक कणाबरोबर विद्युत्संचय साध्या हिशेबानें काढतां

येण्यासारखा आहे. प्रो. थॉम्सन यानें ही संख्या ठरविण्याकरितां एक चमत्कारिक युक्ति योजिली आहे. सी. टी. आर. विल्सन यानें यापूर्वीच असें शोधून काढलें होतें कीं, विद्युत्संचय असलेले हे कण हवेंतील रजःकणांप्रमाणेंच जलबिंदूंत केन्द्रीभूत होतात. थॉम्सन म्हणतो "एटकेन यानें अगोदरच असें निदर्शनास आणलें आहे कीं हवा जेव्हां रजःकणहीन असते, तेव्हां जलबिंदूंत केन्द्रीभूत होणारे कण नसल्यामुळें, दमट हवा थंड झाली असतां धुकें बनणें फार कठिण जातें. परंतु रजःकणहीन हवेंत जर हे विद्युत्संचय असलेले कण असले तर विद्युत्संचय असलेले कण नसतांना साधारण भासमान धुकें उत्पन्न होण्यास जितकी अतिसंपृक्तता लागते तीहून बऱ्याच कमी अतिसंपृक्ततेनें धुकें उत्पन्न होईल.

"अशा रीतीनें पुरेशा अतिसंपृक्त दमट हवेंत या विद्युत्संचय असलेल्या कणांवर मेघ जमतात व ते मग दृश्यस्थितींत येतात. परंतु हे जलबिंदु अतिशय लहान व असंख्य असल्यामुळें प्रत्यक्ष मोजतां येणें शक्य नसतें. परंतु पुढील पद्धतीनें अप्रत्यक्षपणें ह्यांची संख्या काढतां येते. समजा कीं, एका बंद केलेल्या पात्रांत रजःकणविहीन हवेंत कांहीं कण आहेत व ती हवा जलबाष्पानें संपृक्त केली आहे; आतां पात्रांतील ह्या हवेचें एकदम प्रसरण केलें अशी कल्पना करा. यानें हवा थंड होईल, व बाष्पानें अतिसंपृक्त होऊन विद्युत्संचय असलेल्या कणांभोंवतीं पाण्याचे बिंदू जमतील.

"आतां जर हवेचें प्रसरण किती झालें हें आपणांस ठाऊक असलें तर वायू किती थंड झाला हें, व त्यावरून किती पाणी निक्षिप्त झालें हें गणितानें काढतां येईल. अशा रीतीनें बिंदूंच्या रूपांतील एकंदर पाण्याचा आकार कळेल. आतां ह्या जलबिंदूंची संख्या कळण्यास प्रत्येक जलबिंदूचा आकार कळण्याचेंच फक्त बाकी राहिलें. ह्याकरितां आम्ही सर जॉर्ज स्टोक्स यानें हवेंतून लहान गोल किती वेगानें पडतात यासंबंधीं केलेल्या संशोधनाचा उपयोग करतों. हवेच्या चिकटपणामुळें लहान पदार्थ हवेंतून फारच सावकाश खालीं पडतात व जितका पदार्थ लहान असेल तितका तो अधिक हळू खालीं पडतो."

ह्या सिद्धान्ताच्या साहाय्यानें, बाष्पमेघाची प्रत्यक्ष उंची व तो खालीं येण्यास लागणारा वेळ मोजून प्रो. थॉम्सन यास प्रत्येक जलबिंदूचे आकार व त्यावरून त्यांची संख्या गणित करून काढतां आली. अशा रीतीनें एकदां कणांची संख्या निश्चित झाल्यावर प्रत्येक कण किती विद्युत्संचय वाहून नेतो हें कसें काढतां येईल त्याचा वर उल्लेख केलाच आहे. हवा, उज्ज व कर्बाम्ल या वायूंवर प्रयोग करतां असें आढळून आलें कीं, ह्या सर्व वायूंच्या बाबतींत प्रत्येक कणावर तितकाच विद्युत्संचय असतो. प्रो. थॉम्सनच्या मतें या गोष्टीवरून विद्युत् ही परमाणुमय असते या अनुमानास चांगली पुष्टि मिळते. वायूंच्या बाबतींतील ह्या विद्युत्संचय द्रवरूप पदार्थांतील वैद्युदणूइतकाच असतो हें सांगितलें म्हणजे ह्या प्रयोग किती महत्त्वाचा आहे तें ध्यानांत येईल.

परंतु विद्युत्संचय असलेल्या कणांत द्रव्य किती असावें (म्हणजे त्याचें वजन काय असावें) याचा हिशेब करण्यांत आला. त्याचा निष्कर्ष तर याहूनहि अधिक आश्चर्यकारक आहे. प्रो. थॉम्सन यास असें आढळून आलें कीं, ऋणविद्युद्वाहक कणांचें द्रव्य, उज्ज परमाणूच्या द्रव्याच्या—म्हणजे स्वतंत्रपणें अस्तित्वांत असूं शकणारें जें कमींत कमी द्रव्य समजलें जातें त्याच्या—अवघें एक सहस्रांशाइतकेंच असणें संभवनीय आहे. ज्यांनां हल्लीं इलेक्ट्रॉन म्हणजे विद्युत्कण असें सामान्यतः संबोधण्यांत येतें त्या ह्या ऋणविद्युत् कणांनां थॉम्सननें 'कॉर्प्युस्कल' म्ह. 'कण' असें नांव दिलें होतें. तो म्हणतोः "विद्युज्जागृति कोणत्याहि रीतीनें व कोठेंहि उत्पन्न झालेली असो, हे 'कण' एकच असतात. कमी दाब असलेल्या वायूंतील ऋणविद्युत्ची घटना वायूच्या घटनेप्रमाणेंच असते; अणूंच्या जागीं हे 'कण' येतात एवढेंच काय तें. जुन्या परिभाषेंत बोलावयाचें म्हणजे अणुमय घटनेच्या ऐवजीं कणमय घटना मानिली तर या ऋणविद्युद्द्रवाचें वायूशीं साम्य दिसतें." प्रो. थॉम्सन तर विनदिक्कतपणें असें म्हणतात कीं, हवा, पाणी वगैरे द्रव ही पदार्थांसंबंधीं आपणांस जितकी माहिती आहे त्याहूनहि अधिक माहिती या विद्युद्द्रवासंबंधीं आतां उपलब्ध झाली आहे. एतद्विषयक त्यांनीं जो अभ्यास केला त्यावरून फ्रांकलिनच्या 'विद्युद्विषयक एकद्रवउपपत्तीसारखीच एक उपपत्ति त्यांनीं पुढें मांडली. ते म्हणतात, "फ्रांकलिनप्रमाणें विद्युद्द्रव ही धनविद्युत् मानण्या ऐवजीं आम्ही तिला ऋणविद्युत् समजतों. फ्रांकलिनचा विद्युद्द्रव हा आमच्या उपपत्तींतील ऋणविद्युत्कणांचा समुदाय आहे. एका जागेहून दुसऱ्या जागीं विद्युत् जाण्याची रीत म्हटली म्हणजे जेथें धन विद्युत् वाढली असेल, तेथून जेथें ऋणविद्युत् वाढली असेल तेथें हे आमचे कण जातात ही होय. सारांश, धनविद्युज्जागृत पदार्थ म्हणजे ज्यांतून हे कण कमी झाले आहेत ते पदार्थ होत."

या मताप्रमाणें विद्युत् ही शक्तीचें रूपांतर नसून द्रव्याचें रूपांतर आहे; किंवा जास्त बरोबर बोलावयाचें म्हणजे या विद्युत्कणांपासूनच द्रव्याचा कण बनलेला असतो. एतद्विषयक दुसरेंहि एक तितक्याच अलीकडचें निराळें मत प्रचलित आहे. या मताप्रमाणें विद्युत् ही इंधकांत ताण उत्पन्न झाल्यामुळें व्यक्त होते. तथापि, ही एक गोष्ट कबूल केली पाहिजे कीं, कणमूल उपपत्तीस पुष्टि देण्यास बराच प्रायोगिक पुरावा आहे. आतां यावरून ही उपपत्ति निर्विवाद सिद्ध होत नाहीं ही गोष्ट निराळी. अर्वाचीन काळांतील पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांचा कल विद्युत्परमाणूंचें अस्तित्व मानण्याकडे कसा होत चाललेला आहे, हें पुढें दिलेल्या किरणविसर्जक शक्तीच्या विवेचनावरून दिसून येईल.

किरणविसर्जक शक्ति.—क्ष–किरणांच्या शोधानंतर एकाच वर्षानें नेवेंग्लोस्की ह्यास असें आढळून आलें कीं प्रसिद्ध रासायनिक संयुक्त द्रव्य खटगंधकिद (कॅल्शम सल्फाइड) हें सूर्यप्रकाशांत ठेवलें असतां त्यांतून काळ्या कागदांतून पलीकडे निघून जाणारे किरण बाहेर पडतात. क्ष–किरणांशीं निकट संबद्ध दिसणारे ऋणध्रुव किरण यावर पडले असतां इतर कित्येक द्रव्यांप्रमाणेंच हेंहि स्फुरप्रकाशाचा उत्कट धर्म दाखवितें असें कळल्यावरून नेवेंग्लोस्की यानें स्वतः या द्रव्याचें परीक्षण करून पाहिलें. ह्या शोधामागून लवकरच लागलीच बेकेरेल, ट्रूस्ट, व अर्नोल्ड यांच्या प्रयोगांनीं त्यास पुष्टि मिळाली. जवळ जवळ हे प्रयोग चालू असतांच ली बॉन ह्यानें सप्रयोग असें सिद्ध केलें कीं, कांहीं द्रव्यें सूर्यप्रकाशांत ठेवलीं असतां त्यांमधून, प्रकाशलेखनाच्या कांचेवर क्रिया घडवून आणणारे किरण बाहेर पडतात. परंतु या गोष्टी त्यांच्या किरणविसर्जक शक्तीमुळें होत नसून, अतिनील-लोहित लघु लहरींचा परिणाम असण्याचा संभव आहे, व त्या द्रव्यांतून हे किरण स्वाभाविकपणें बाहेर पडत नाहींत. उलटपक्षीं किरणविसर्जक पदार्थांपासून होणारें किरणविसर्जन स्वाभाविकपणें होतें, व मामूल प्रकाशाच्या बाबतींत प्रकाशभेद्य नसणाऱ्या धातूच्या तवकड्यांसारख्या पदार्थांतून जाऊं शकतें. प्रकाशलेखनाच्या कांचेवर क्रिया घडवून आणतें व विद्युद्युक्त पदार्थांस विद्युद्विहीन करतें. वरुण (युरेनिअम), थुर (थोरिअम), पोल (पोलोनिअम) व रद (रेडिअम) हीं द्रव्यें व त्यांचे संयुक्त पदार्थ यांच्या अंगीं किरणविसर्जक शक्ति असून हें द्रव्य या सर्वांत जास्त किरणविसर्जक आहे.

हेन्री बेकेरेल यानें इ. स. १८९६ मध्यें प्रथमच किरणविसर्जक पदार्थांचा नक्की शोध लावला. पिचब्लेंड नामक एक द्रव्य सॅक्सनीचा कांहीं भाग, बोहेमिआ, कॉर्नवॉल, व कोलोरॅडो, या ठिकाणीं सांपडतें, व त्यांत कमींत कमी आठ दहा तरी मूलद्रव्यें असतात. पिचब्लेंडमधून त्यांतील मूलद्रव्यें वेगळीं करण्यास बराच प्रयास पडतो. पिचब्लेंडपासून निघणारें वरुण द्रव्य व त्याचे संयुक्त पदार्थ यांचा, त्यांच्या भडक रंगामुळें, कपडे व कांचा रंगविण्याच्या कामीं उपयोग केला जात असून वरुणद्रव्याच्या किरणविसर्जक धर्मांचा शोध लागण्याच्या पूर्वीच पिचब्लेंडपासून कांहीं पदार्थ काढण्यांत येऊं लागले होते, वरुण द्रव्य उन्हांत ठेवलें असतां सूर्यकिरण ग्रहण करतें व नंतर प्रकाशलेखनाच्या कांचेवर क्रिया घडवून आणूं शकतें. ही गोष्ट बेकेरेल यास माहीत होती. तिजवरून त्यानें असें अनुमान केलें कीं, ज्या अर्थी पिचब्लेंड ह्या खनिज द्रव्यामध्यें वरुण द्रव्य सांपडतें त्या अर्थी पिचब्लेंडचीहि तशीच क्रिया झाली पाहिजे. हें सिद्ध करण्याकरितां त्यानें एक प्रकाशलेखनाची कांच काळ्या कागदांत गुंडाळून घेतली. कांच व पिचब्लेंड यांच्या दरम्यान कांहीं धातूचा पदार्थ ठेवून कांचेवर त्याचा ठसा उमटविण्याचा त्याचा उद्देश होता. परंतु त्या दिवशीं आकाश अभ्राच्छादित राहिल्यामुळें त्यानें ती कांच एका मेजाच्या अंधाऱ्या कप्प्यांत घालून तिजवरच प्रयोगासाठीं घेतलेली किल्ली व ती पिचब्लेंड ठेवली. पुढें ह्या प्रयोग करून पाहण्यास त्याला कित्येक दिवस सवड झाली नाहीं. सरतेशेवटीं त्यानें ती कांच बाहेर काढली, पण ती सूर्यप्रकाशांत ठेवण्याच्या भानगडींत न पडतां तशीच धुतली. तेव्हां त्या कांचेवर पाहतो तों किल्लीची आकृति उठलेली त्यास आढळून आली ! हा धर्म तत्पूर्वीं कोणत्याहि नैसर्गिक पदार्थांत आढळून आलेला नव्हता व त्याचें रॉंटजेन–किरणांच्या क्रियेशीं विलक्षण सादृश्य आहे. ह्यानंतर लॉर्ड केल्व्हिन, बेटी स्मोलन व रुदरफोर्ड यांनीं सप्रयोग असें सिद्ध केलें कीं वरुणकिरण रॉंटजेन किरणांप्रमाणेंच केवळ प्रकाशलेखनाच्या कांचेवरच क्रिया घडवून आणीत नाहींत. तर विद्युद्युक्त पदार्थास विद्युद्विहीनहि करतात. सर्वांत आश्चर्याची गोष्ट दिसली ती ही कीं पिचब्लेंडमधून हे ‘बेकेरेल किरण स्वभावतःच बाहेर पडतात. रॉंटजेन किरण व हे किरण यांत फरक इतकाच कीं, रॉंटजेन किरण जें कार्य कांहीं मिनिटांत किंवा सेकंदांत करतात तेंच कार्य करण्यास वरुणकिरणांस कांहीं दिवस लागतात. ह्यानंतर थुर व थुर असलेले खनिज पदार्थ यांतहि वरुणाप्रमाणेंच धर्म असतात हा शोध लागला. हा शोध स्वतंत्रपणें व जवळ जवळ एकाच काळीं श्मिट व मॅडम स्कॅल्डोस्का क्युरी यांनीं लावला. परंतु मॅडम स्कॅल्डोस्का क्युरी हिच्या रदद्रव्याच्या सुप्रसिद्ध शोधामुळें वरील शोधाचें महत्त्व कमी झालें. पिचब्लेंडमध्यें सांपडणाऱ्या द्रव्यांतील कांहीं विशेष धर्मांमुळें त्यांत आतांपर्यंत अज्ञात असलेलें एखादें द्रव्य असावें अशी शंका येऊन मॅडम क्युरी हिनें बरेच भानगडीचे प्रयोग करून निरनिराळ्या पदार्थांचा अभ्यास करणें सुरू केलें. हा शोध अत्यंत त्रासदायक असा आढळून आला. तरी मॅडम क्युरीनें तो अर्धवट सोडला नाहीं. तिनें ह्या कामीं आपल्या नवऱ्यासहि मदतीस घेतलें. सरतेशेवटीं तिला प्रथम पोल या द्रव्याचा शोध लागला व यास तिनें आपला देश पोलंड यावरून पोलोनिअम हें नांव दिलें. किरणविसर्जनशक्ति असलेलें हें एक नवीन द्रव्य होतें; पण मॅडम क्युरीला जें पाहिजे होतें तें हें नव्हतें. यानंतर थोडक्याच दिवसांनीं दोघा नवराबायकोनीं मिळून रद ह्या मूलद्रव्याचा शोध लावला. क्युरीच्या अंदाजाप्रमाणें याच्या अंगीं वरुणाच्या १८,००,००० पटी इतकी किरणविसर्जनशक्ति आहे.

रदाच्या शोधाचा परमाणुविषयक उपपत्तीशीं काय संबंध आहे, याचा विचार करण्यापूर्वी या चमत्कारिक द्रव्याचे मुख्य मुख्य धर्म कोणते आहेत ते पाहूं. किरणविसर्जक सर्वच पदार्थांचे किरण सर्व प्रकारच्या द्रव्यांतून कमीअधिक प्रमाणांत शिरकाव करूं शकतात; म्हणजे खिडकीच्या कांचेतून प्रकाश जितक्या सुलभ रीतीनें आंत येतो, तितक्या सुलभ रीतीनें हे किरण लांकूड, लोखंड इत्यादि द्रव्यांतून

जाऊं शकतात. रदामधून बाहेर पडणारे किरण अर्थात् नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणें शक्य नाहीं. तथापि कांहीं द्रव्यांस ते प्रकाशावयास लावीत असल्यामुळें यावर होणारा परिणाम प्रयोग करून पाहतां येतो. पारदर्शक पदार्थांतून बाहेर जाण्याचा त्यांचा हा धर्म अमेरिकेंतील जॉर्ज एफ्. कून्झ नामक एका पंडितानें एक आश्चर्यकारक प्रयोग करून निदर्शनास आणिला.

कूंझ यानें ह्या प्रयोगाचें पुढीलप्रमाणें वर्णन केलें आहे. "तीन लाखपट किरणविसर्जनशक्ति असलेलें रदस्तंभिद (रेडिअम ब्रोमाईड) एका कांचेच्या नलिकेंत बंद करून ती नलिका उष्णमापकयंत्राच्या एका रबरी पिशवीमध्यें घातली; व कोठून फटींतून किरण जाण्यास जागा राहूं नये म्हणून तिचें तोंड अगदीं घट्ट दाबून टाकण्यांत आलें. नंतर ती षोड-शांश इंच जाडीच्या चांदीच्या एका जड पत्र्याच्या खालीं ठेऊन त्या पत्र्यावर चार चांगले जड तांब्याचे पत्रे व त्यावर मग १० सेंटिमिटर व्यासाचा जड कांचेचा पेला ठेवला. या पेल्यांत सहा इंचांपर्यंत पाणी भरून त्यांत हिरा लोंबत ठेवला तेव्हां तो लागलाच प्रकाशूं लागला. रदाची कांचन-लिका दोन तीन फूट दूर नेली कीं हिऱ्याचें प्रकाशणें बंद होई. व ती पुन्हां जाग्यावर ठेवली कीं तो पुन्हां प्रकाशूं लागे. ह्या प्रयोगावरून हें सिद्ध झालें कीं रद द्रव्याचें किरण-विसर्जन बंद केलेली कांचनलिका, रबराची पिशवी, रुप्याचें भांडें, चार तांब्याचे पत्रे, चतुर्थांश इंच जाडीचा कांचेचा पेला व तीन इंच पाणी इतक्या वस्तूंतून आपला मार्ग काढून हिऱ्यास प्रकाशित करूं शकतें."

किरणविसर्जक पदार्थांतून बाहेर पडणाऱ्या किरणांचें स्वरूप.—आतां असा प्रश्न उद्भवतो कीं, या किरणविसर्जनाचें स्वरूप तरी काय असलें पाहिजे? सर्व-व्यापी इंधकांतून फेंकले जाणारे हे द्रव्याचें कण असतात काय? किंवा, प्रकाशाप्रमाणें—आणि कदाचित् रॉंटजेन किरणाप्रमाणें—ते इंधकांतील केवळ कंपच आहेत? या प्रश्नाचा अद्याप निकाल लागलेला नाहीं; तथापि कित्येक संशोधकांनीं याविषयीं आपलीं भिन्न भिन्न मतें प्रदर्शित केलीं आहेत. तथापि एका बाबतींत मात्र सर्वांचें मतैक्य दिसून येतें. किरणविसर्जक पदार्थांपासून निघणाऱ्या किर-णांचे कमींतकमी तीन तरी निरनिराळे प्रकार आहेत. विल्यम क्रूक्सच्या मताप्रमाणें पहिल्या प्रकारचे किरण म्हणजे स्वतंत्र विद्युत्परमाणू किंवा ऋणध्रुव (कॅथोड) प्रवाहांत दिसून येतात त्या प्रमाणें अतिवायु अवस्थेंत असलेले द्रव्याचे कण होत. हे कण अतिशय सूक्ष्म असून त्यांत उज्ज परमाणूच्या सहस्रांशाहून अधिक द्रव्य नसतें. त्यांच्यावर ऋणविद्युत्संचय असतो. व त्यांची गति जवळ जवळ प्रकाशकिरणांइतकीच असते. थॉम्सनचे विद्युत्कण ते हेच होत. दुसऱ्या प्रकारचे किरण साधारणतः उज्जाच्या परमाणूएवढे असून, ते धनविद्युद्युक्त असतात. हे हवेमध्यें वाहकत्व आणूं शक-तात, व प्रकाशलेखनाच्या कांचेवर यांची क्रिया होऊं शकते. तरी भौतिक पदार्थ त्यांनां अडवून धरूं शकतात. त्यांची गति प्रकाशकिरणांच्या अजमासें पंधरांशाइतकी असते. तिसऱ्या प्रकारचे किरण अत्यंत भेदक असतात. त्यांच्या मार्गांत विद्युत्नें फेरफार होत नाहीं व ते रॉंटजेन किरणांशीं सदृश दिसतात. प्रो. ई. रुदरफोर्ड यांनीं या किर-णांस अनुक्रमें बीटा (ब), आल्फा (अ) व ग्यामा (ग) किरण अशीं नांवें दिलीं आहेत. यांपैकीं 'ब' किरणांचा मार्ग चुंबकबल क्षेत्रानें बराच फिरविला जातो. 'अ' किर-णांवर त्याचा कमी—वस्तुतः फारच थोडा—परिणाम होतो व 'ग' किरणांवर कांहींच होत नाहीं. हीं तीनहि प्रकारचीं किरणविसर्जनें वायूंनां विद्युद्वाहक करतात, कांहीं पदार्थांनां ती प्रकाशावयास लावतात, कांचांचा रंग फिरवितात, प्रकाश-लेखनाच्या कांचेवर क्रिया घडवून आणतात व प्राणाचें-ओषण (ओझोन) मध्यें व पीतस्फुराचें रक्तस्फुरांत रूपांतर करतात. तथापि या तीन निरनिराळ्या किरणांचा कांहीं पदार्थांवर मात्र निरनिराळा परिणाम होतो. 'ब' व 'ग' किरणांचा भारप्लातिनकर्वनत्रिदावर अतिशय परिणाम होतो. परंतु सिडॅाटच्या मिश्रणा (ब्लेंड) वर फारच थोडा होतो. उलटपक्षीं 'अ' किरणांची क्रिया यांच्या अगदीं विरुद्ध होते. जर एखाद्या पदार्थास सिडॅाटचें मिश्रण फांसलें व तो रदनत्रिताच्या जवळ धरिला, तर फांसलेली जागा प्रकाशूं लागते. हा सर्व प्रकार महत्कारी भिंगांतून अव-लोकन करूं लागलें असतां तेजस्वी ठिणग्या किंवा बारीक बारीक बिंदू दृग्गोचर होतात. जसजसा रद जवळ आणावा, तशतशी ठिणग्यांची संख्या वाढूं लागते, व सरतेशेवटीं विल्यम क्रूक्सच्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे रदापासून फांसलेल्या मिश्रणावर धांवत्या परमाणूंचा जणूं काय भडिमारच होत आहे असें दिसूं लागतें.

रदाचा विच्छिन्नकिरणपट ठिणग्याठिणग्यांचा बनला असल्याचें आढळून आलें आहे. असा विच्छिन्नकिरणपट दुसऱ्या कोणत्याहि द्रव्याचा नसल्यामुळें रद हें मूलद्रव्य असावेंसें वाटतें. रद हें मूलद्रव्य असलें तर शुद्ध रदाचा कण इतर द्रव्यांपासून अलग ठेवला असतां नेहमीं अविकृत राहिला पाहिजे. त्यांत जर कांहीं बदल झाला, तर परमाणु हा द्रव्याचा अंतिम कण आहे ही डाल्टनच्या उपपत्तींतील कल्पना डळमळूं लागेल. वस्तुतः कांहीं अंशीं तसाच प्रकार घडलाहि आहे.

इ. स. १९०३ सालीं सर विल्यम रॅम्से व सॉडी यांनीं रदासंबंधीं कांहीं प्रयोग करतांना रदापासून दुसरेंच एक सौर नामक भिन्न मूलद्रव्य उत्पन्न झालेलें पाहिलें. असल्या क्रांतिकारक चमत्काराची हकीकत शास्त्रज्ञास शोभेशा सावध-गिरीनेंच प्रसिद्ध करण्यांत आली. जरी ह्या प्रयोगावरून एका मूलद्रव्याचें दुसऱ्या मूलद्रव्यांत रूपांतर होत असल्याचें सिद्ध झालेलें दिसत होतें, तरी रॅम्से स्वतः तसें होतेंच असें

खात्रीपूर्वक म्हणण्यास तयार नव्हता. तथापि रुदरफोर्डसारख्या समतोल बुद्धीच्या शास्त्रज्ञासहि शेवटीं असें जाहीर करणें भाग पडलें कीं, रदाच्या अंतर्भागांत होत असलेल्या कांहीं फेरफारामुळें त्यांतून जें निःसरण होतें त्यापासून सौर द्रव्य बनतें.

सौरद्रव्याच्या उत्पत्तीचें रसायनशास्त्रास अनुसरून स्पष्टीकरण देण्याकरितां असें सुचविण्यांत, आलें कीं, रद हें वास्तविक मूलद्रव्य नसून तें सौर हें एखाद्या ज्ञात किंवा अज्ञात द्रव्याशीं संयोग पावून झालेलें संयुक्तद्रव्य आहे व ह्या संयुक्त द्रव्याचें पृथक्करण होऊन सौर द्रव्य बाहेर पडतें. अर्थात हें कल्पित संयुक्तद्रव्य इतर रासायनिक द्रव्यांपेक्षां अगदीं भिन्न प्रकारचें असलें पाहिजे. कारण सारखीं वजनें घेतल्यास, फेरबदल होत असतांना सौराच्या ह्या संयुक्त पदार्थापासून दुसऱ्या कोणत्याहि संयुक्तपदार्थाच्या किमानपक्षीं दहा लाखपट तरी शक्ति बाहेर पडते. त्याचप्रमाणें इतर कोणत्याहि संयुक्तद्रव्यांत दिसून न येणारा दुसरा एक गुण यांत दिसून येतो, तो हा कीं सौराच्या ह्या संयुक्तपदार्थाचा पृथक्करण होण्याचा वेग उष्णमानांतील फेरफारावर अवलंबून नसतो असें मानावें लागतें. त्याचें पृथक्करण होत असतांना एक प्रकारचें किरणविसर्जन होतें व तो यथानुक्रम निरनिराळ्या अवस्थांतून जातो. दुसऱ्या बाजूनें पाहिलें तर रद हें मूलद्रव्याच्या प्रत्येक कसाला उतरलें आहे. कारण त्याचा विच्छिन्नकिरणपट अगदीं भिन्न आहे व मूलद्रव्य शब्दाच्या सर्वसामान्य अर्थाप्रमाणें त्यास मूलद्रव्य न म्हणण्यास कांहीं कारण दाखवितां येणार नाहीं.

किरणविसर्जन क्रियेंतील शक्तीचा उगम.—इ. स. १९०३ सालीं कुरी व लॅा वोर्डे यांनीं असें जाहीर केलें कीं, रद हा आसमंतांतील वस्तूंपेक्षां नेहमीं गरम असतो; किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे तो थंड न होतां एकसारखी उष्णता बाहेर टाकीत असतो. प्रथमारंभीं हा चमत्कार शक्तिनित्यत्वाच्या नियमाविरुद्ध वाटला; परंतु लवकरच पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांनां असें आढळून आलें कीं, ह्या चमत्काराचें मामूल नियमांनीं स्पष्टीकरण देतां येणें शक्य आहे. उष्णता बाहेर पडणें हा, किरणविसर्जक अणूवें शक्तिविसर्जन होत असतें, या गोष्टीचा आणखी एक पुरावाच आहे. परमाणूला क्षीण न करतां किरणविसर्जनक्रिया अनंतकालपर्यंत चालू राहूं शकेल हें आतां कोणासहि खरें वाटत नाहीं. असें असलें तरी एवढी शक्ति बाहेर टाकण्याचें अंगीं सामर्थ्य असणें हा कांहीं लहानसहान चमत्कार नाहीं, व त्याच्या स्पष्टीकरणार्थ अनेक उपपत्ती पुढें मांडण्यांत आल्या आहेत. जे पेरिन यानें १३ एप्रिल १९०१ च्या रिव्ह्यूसायंटिफिकच्या अंकांत असें सुचविलें होतें कीं, परमाणूची घटना एखाद्या लहानशा ग्रहमालेसारखी असण्याचा संभव आहे; व किरणविसर्जक मूलद्रव्याच्या परमाणूंतील केन्द्रापासून दूर असलेले भाग एकसारखे बाहेर पडून किरणविसर्जनाचा चमत्कार उद्भवत असावा. कुरीद्वयांनीं असें अनुमान केलें होतें कीं, किरणविसर्जक द्रव्यें कोणत्या तरी रीतीनें सभोंवतालच्या हवेंतून शक्ति घेऊन आपल्या परमाणूंनीं गमावलेली शक्ति भरून काढीत असावींत. १९०३ मध्यें फिलिपो रे यानें असें प्रतिपादन केलें कीं, परमाणूचे निरनिराळे भाग हे आरंभीं एखाद्या अत्यंत सूक्ष्म तेजोमेघाप्रमाणें निरनिराळे स्वतंत्र कण मिळून झाले असावे; व पुढें ते घनीभूत केंद्राभोंवती एकत्र होऊन ज्याला आपण परमाणु म्हणतों तो तयार झाला असावा. अशा स्थितींतील परमाणूस सूर्यमालेंतील तेजोहीन झालेल्या सूर्याची उपमा देतां येईल. ह्या मताप्रमाणें किरणविसर्जक परमाणू हे तेजोमेघ व रासायनिक परमाणू यांच्या दरम्यानची अवस्था दर्शवितात, व किरणविसर्जनांत उष्णता बाहेर पडते ती अंतर्गत संकोचनामुळें होय.

एक पांढरा व एक काळा असे कागदाचे दोन तुकडे दोन अगदीं एकमेकांसारख्या पाणी असलेल्या कांचेच्या भांड्यांत घालून प्रकाशांत ठेवले असतां काळा कागद असलेल्या भांड्याचें उष्णमान दुसऱ्या भांड्यापेक्षां किंचित् वाढलेलें आढळून येतें ही गोष्ट लॅार्ड केल्व्हिन यानें शास्त्रज्ञांच्या नजरेस आणून असें सुचविलें कीं आपणास ठाऊक नसलेले एखादे किरण ग्रहण करून रद याचें उष्णमान अशाच रीतीनें सभोंवतालच्या हवेपेक्षां अधिक रहात असावें.

प्रो. जे. जे. थॅाम्सन यांच्या मतें शक्तीचा उगम परमाणूच्या बाहेर नसून परमाणूतल्या परमाणूतच असतो. ते म्हणतात "मला असें वाटण्याचें कारण ज्या ज्या पदार्थांत आपणांस ही किरणविसर्जक शक्ति आढळून आली आहे त्यांचा तो कायमचा टिकणारा धर्म नाहीं. कोणताहि पदार्थ फार कालपर्यंत किरणविसर्जक राहूं शकत नाहीं. यावर कोणी अशी शंका घेईल कीं, थुर व रद यांचें किरणविसर्जन कालांतरानेंहि म्हणण्यासारखें कमी झालेलें आढळून येत नाहीं, याचा तुमच्या विधानाशीं मेळ कसा बसूं शकेल? रुदरफोर्ड व सॅाडी यांनीं थुराच्या बाबतींत असें दाखविलें आहे कीं, कोणत्याहि वेळीं त्यांतील द्रव्याचा अत्यंत थोडा भागच किरणविसर्जन करीत असतो व ह्या किरणविसर्जक भागाची शक्ति थोडक्याच तासांत नाहींशी होऊन, त्याची जागा किरणविसर्जन करीत नसलेल्या थुराच्या अंशानें भरून काढावी लागते" (जे. जे. थॅाम्सन इलेक्ट्रिसिटि अँड मॅटर, पृ. १६२ न्यूयार्क १९०४).

रुदरफोर्ड व सॅाडी यांचा परमाणुभंग वाद.—रुदरफोर्ड व सॅाडी यांच्या परमाणुभंगवादाप्रमाणें किरणविसर्जक मूलद्रव्यें हीं अंतर्गत फेरफार होत असलेलीं द्रव्यांचीं रूपें असून, त्यापासून मूळ पदार्थाहून भिन्न प्रकारचे रासायनिक व पदार्थवैज्ञानिक धर्म असलेले नवीन पदार्थ बनत असतात. हा फेरफार होत असतांना परमाणूचें रूपांतर होण्याच्या क्रियेमुळें उष्णता

किंवा दुसरी एखादी रूपांतरित शक्ति तयार होते. निरनिराळ्या किरणविसर्जक मूल द्रव्यांमधील हा फेरफार कमी अधिक प्रमाणांत होत असतो, परंतु प्रत्येक मूलद्रव्याच्या परमाणुभंगाचें प्रमाण — मग तें कोणत्याहि स्वरूपांत कां असेना — नेहमीं तेंच असतें. कोणत्याहि किरणविसर्जक मूल द्रव्याच्या बाबतींत त्याच्या संयुक्त पदार्थांतील किरणविसर्जक शक्ति त्यांत असलेल्या, किरणविसर्जक मूलद्रव्याच्या प्रमाणांत असलेली आढळून येते. परमाणुभंगाची क्रिया चालू असतां एकामागून एक निरनिराळीं द्रव्यें तयार होतात; व शेवटीं एखादें स्थिर द्रव्य बनून ती क्रिया थांबते. ज्या वरुण नामक मूलद्रव्यांत किरणविसर्जनाचा चमत्कार प्रथम दृष्टोत्पत्तीस आला त्याचीं रद, अक्तिन (ॲक्टिनियम), पोल, इत्यादि सतरा निरनिराळ्या प्रकारच्या द्रव्यांत रूपांतरें होतात असा समज आहे. थुर (थोरिअम) नामक दुसऱ्या एका किरणविसर्जक द्रव्याच्या परमाणुभंगाच्या क्रियेंत आठ निरनिराळ्या प्रकारचीं रूपांतरें होतात. वरुणाचा परमाणुभंग अतिशय सावकाश होतो. हिशेब करून असें आढळून आलें आहे कीं, एका वर्षांत ह्या द्रव्याच्या दहा महापद्मांशाहून अधिक भागाचें रूपांतर होत नाहीं. याच्या परमाणुभंगांत प्रथम जो पदार्थ बनतो त्यास वरुण क्ष असें नांव देण्यांत आलें आहे. जर थोडेंसें निर्जल वरुण नत्रित घेऊन त्यावर इथरची क्रिया केली तर खालीं जो किंचित् अवशेष राहतो त्यांत वरुण क्ष असल्याचें आढळून आलें आहे. हें द्रव्य व व ग किरण बाहेर टाकतें, व त्याचें लवकरच दुसऱ्या द्रव्यांत रूपांतर होतें. मामूलवरुणांतून वरुण क्ष काढून टाकला तर त्यांतून फक्त अ किरणच बाहेर पडतात.

रदाचा परमाणुभारांक २२६·५ आहे. तें २३८·५ परमाणुभारांक असलेल्या वरुणापासून किरणविसर्जन होऊन बनलेलें द्रव्य आहे. वरुणापासून रद बनण्यापूर्वी आयोनिअम नांवाचा एक पदार्थ तयार होतो. आयोनिअम हें एक किरणविसर्जक द्रव्य असून त्याचा परमाणुभारांक २३० असावा असा अंदाज आहे. रदाच्या परमाणुभंगांत कमींत कमी आठ तरी द्रव्यें तयार होतात. यांपैकीं पहिलें निःसरण (एमॅनेशन) हें असून त्याचा परमाणुभारांक १८० आहे. या पदार्थाचा परमाणुभंग होऊन सौर द्रव्य तयार होतें, व तो फक्त अ किरण बाहेर टाकतो. किरणविसर्जक-शिसें (रेडिओ-लेड) व पोल हीं रदाच्या परमाणुभंगांत बनणारीं दुसरीं द्रव्यें आहेत, ह्यांपैकीं दुसऱ्या द्रव्याच्या शोधासंबंधीं हकीकत पूर्वी आलीच आहे. त्याचा परमाणुभारांक २१० असण्याचा संभव आहे.

किरणविसर्जनक्रिया व अणूची घटना.—किरणविसर्जक पदार्थांस त्यांची शक्ति कोठूनहि प्राप्त होत असली तरी एवढी गोष्ट आतां सर्वांस कबूल आहे कीं, किरणविसर्जक मूलद्रव्यांच्या किरणविसर्जन क्रियेमुळें त्यांच्या परमाणूंचें पृथक्करण होतें. ज्या अर्थीं सर्व पदार्थ कमी अधिक प्रमाणांत किरणविसर्जक असतात त्या अर्थीं एक तर सर्व पदार्थांत किरणविसर्जक परमाणू वांटले गेले असले पाहिजेत किंवा यच्चयावत् परमाणूंचें एकसारखें पृथक्करण होत असलें पाहिजे. भूगर्भांत किरणविसर्जक द्रव्याचा सांठा इतका मोठा आहे कीं, सर्व पदार्थांतील किरणविसर्जन शक्तीचें हें कारण नाहीं असें निश्चित सांगतां येत नाहीं.

नवीन मिळालेल्या पुराव्यावरुन किरणविसर्जक परमाणूंच्या परमाणुभंगाचें कारण त्या परमाणूंतच असावें असें दिसतें. हें मत कांहीं परमाणू अस्थिर असतात ह्या नवीन शास्त्रीय कल्पनेला जुळतें आहे. कांहीं परमाणूंमध्यें ही परमाणुभंग होण्याची क्रिया अधिक सावकाश होऊन त्यांचे अंशभूत कण अति वेगानें बाहेर फेंकले जात नसावे. ही रूपांतराची क्रिया कदाचित् सर्वच द्रव्यांमध्यें होत असावी, व त्या योगानें सर्व पार्थिव घटक जास्त स्थिर व साधे बनत असावे. परंतु किरणविसर्जक पदार्थ तेवढेच फेरबदल कशा प्रकारें होत असतो याचा अभ्यास करण्यास संधि देतात. ह्यांची किरणविसर्जक क्रिया जितकी कमी किंवा जास्त तितका त्यांच्यांत सावकाश किंवा जलद फेरबदल होत असतो. सुप्रसिद्ध क्युरीद्वयांच्या कयासाप्रमाणें रदाची पृथक्करणक्रिया वरुणाच्या परमाणुभंग क्रियेच्या दहा लाखपट जलद होत असावी. ज्या अर्थी रदामधील एका वर्षांतील परमाणुभंग एकंदर परमाणुभंगाच्या दोन सहस्रांशापासून दहा सहस्रांशाइतका असतो, त्या अर्थी वरुणाच्या एका परमाणूचें पूर्ण रूपांतर होण्यास दोन ते दहा महापद्म वर्षे लागतील.

परमाणूंच्या अस्थैर्याचें स्पष्टीकरण करणाऱ्या पुष्कळ उपपत्ती पुढें आल्या आहेत. ह्यांपैकीं सामान्य वाचकांनीं विचारणीय अशी उपपत्ति म्हणजे प्रो. थॉम्सनची होय. ह्या उपपत्तीप्रमाणें परमाणु हा अतिशय गति असलेल्या धनविद्युद्युक्त व ऋण विद्युद्युक्त कणांचा समूह होय; व ते एकमेकांच्या आकर्षणशक्तीमुळें एकमेकांस सोडून जात नाहींत.

अशा प्रकारची एखादी फारच संमिश्र घटना असली, तर कांहीं कणांस घटनेंतून बाहेर पडण्यास पुरेशी गतिविशिष्ट शक्ति प्राप्त होणें संभवनीय आहे. किंवा असेंहि होणें शक्य आहे कीं, त्या कणास अडकवून ठेवणाऱ्या प्रेरणांची क्षणमात्र परस्परांवरच क्रिया होऊन त्या शून्य झाल्यामुळें त्या क्षणीं त्या कणास जेवढी गति आली असेल त्या गतीनें तो घटनेंतून बाहेर पडेल.

विद्युच्चुंबकीय किरणविसर्जनामुळें परमाणुघटनेमधील शक्तीचा ऱ्हास होणें, हें अशा प्रकारच्या पृथक्करणाचें मूळ कारण असूं शकेल.

परमाणूंचें हें अस्थैर्य त्याच्या शक्तिविसर्जनाचा परिणाम असावा असें सर ऑलिव्हर लॉज यांनीं सुचविलें आहे. याचें स्पष्टीकरण करण्याकरितां लॉज यांनीं परमाणूभोंवतीं फिरत असलेल्या ऋणविद्युद्युक्त विद्युत्परमाणूचें साधें उदाहरण घेतलें आहे. ह्या विद्युत्परमाणूच्या मानानें परमाणूचें द्रव्य अधिक

असतें व त्यावर विद्युत्परमाणूइतकाच, परंतु उलट प्रकारचा म्हणजे धनविद्युत्संचय असतो. हा विद्युत्परमाणु मुख्य परमाणूशीं विद्युच्छक्तीनें बांधलेला असतो. ही परमाणुघटना शक्तिविसर्जन करील व ज्या अर्थी शक्तीचें विसर्जन प्रतिरोधक माध्यमांतील गतीबरोबर असतें, त्याअर्थी तो कण केन्द्राकडे जाण्याचा प्रयत्न करीत असतो व त्यायोगें त्याची गति वाढते. जसजशी विद्युत्परमाणूची गति वाढेल तसतसें शक्तिविसर्जनाचेंहि प्रमाण वाढेल. लॉजच्या मतें जेव्हां विद्युत्परमाणूचा वेग प्रकाशाच्या वेगाच्या अगदीं जवळ जवळ येतो, तेव्हां ही परमाणुघटना अस्थिर होते. असें दाखविण्यांत आलें आहे कीं, विद्युत्परमाणूचें स्पष्ट द्रव्य जसजसा त्याचा वेग प्रकाशाच्या वेगाच्या जवळ जवळ येऊं लागतो तसतसें अतिशय जलद वाढूं लागतें, व प्रकाशाइतकी त्याची गति होतांच तत्वतः तें अनंत होतें. ही अवस्था प्राप्त होतांच फिरत असणाऱ्या परमाणूचें द्रव्य एकाएकीं वाढेल; व ही अवस्था खरोखर प्राप्त होत असेल, तर परमाणुघटनेंतील निरनिराळ्या भागांनां एकत्र धरून ठेवणाऱ्या प्रेरणांचा समतोलपणा नाहींसा होईल. या परिस्थितींत परमाणुघटनेंतील निरनिराळे भाग एकमेकांपासून अलग होऊन एकमेकांच्या आकर्षणशक्तीच्या क्षेत्राच्या बाहेर जाण्याचा संभव आहे असें ऑलिव्हर लॉज ह्यांनां वाटतें.

रद व त्याचे संयुक्त पदार्थ यांतून बाहेर पडणारी उष्णता मोजण्याकरितां, व सभोंवतालच्या वातावरणाहून त्यांचें उष्णमान किती अधिक राहतें तें ठरविण्याकरितां निरनिराळ्या युक्त्या योजण्यांत आल्या आहेत. यांपैकीं एक पुढें दिल्याप्रमाणें आहे. भारहरिदासारखा एखादा पदार्थ उष्णतामापनपात्रांत ठेवून उष्णमापकांतील पारा कोठें स्थिर राहतो तें पहावें. आतां त्यांत रद घातला तर नळींतील पारा हळू हळू वर चढूं लागतो व त्यांतून रद काढला कीं लागलाच तो पुन्हां खालीं उतरतो. एक ग्राम रद दर तासीं किती उष्णता बाहेर टाकतो हें पूर्वी सांगितलेंच आहे. त्या हिशेबानें एक ग्राम रदापासून चारतृतीयांश वर्षांत जेवढी उष्णता बाहेर पडते तिनें सुमारें सवादोनशें ग्राम पाण्याचें प्राण व उज्ज यांत पृथक्करण होईल.

रद परमाणूपासून उष्णताविसर्जनासंबंधीं लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हटली म्हणजे हा पदार्थ बाहेरून कोठून उष्णता न घेतां केवळ परमाणूंतील अंतर्गत शक्तीमुळेंच आपलें उष्णताविसर्जनाचें काम चालू ठेवतो. ही अनुद्भूत शक्ति प्रचंड असली पाहिजे, व ती परमाणूचा भंग होतांनाच फक्त व्यक्त होते. परमाणुभंगाच्या क्रियेंत पुष्कळसे कण बाहेर फेंकले जातात, परंतु त्यांचा बराचसा भाग बाहेर पडत असतांना रदामध्येंच अडकून रहातो, व अशा रीतीनें गतिविशिष्ट शक्ति उष्णतेच्या रूपांत व्यक्त होते. हें जर विवेचन बरोबर असेल, तर रदाचें उष्णमान त्यांतील कणांच्या भडिमारामुळेंच सभोंवतालच्या पदार्थांहून अधिक र ते असें होईल. ज्या अर्थी पृथ्वींत व वातावरणांत लक्षांत घेण्याइतकीं किरणविसर्जक द्रव्यें आहेत, त्या अर्थी आपल्या पृथ्वीचें उष्णमान बरेंचसें त्यांवरच अवलंबून असलें पाहिजे. या किरणविसर्जक द्रव्याचा पृथ्वीच्या उष्णमानावर इतका परिणाम होतो कीं, सूर्य व पृथ्वी यांपासून किती काळपर्यंत उष्णताविसर्जन होत राहील यासंबंधीं पूर्वी केलेले सर्व कयास रद्द ठरतात. उदाहरणार्थ, लार्ड केल्व्हिन यानें सूर्यापासून आपणांस किती काळ उष्णता मिळेल यासंबंधीं ठरविलेल्या वर्षांची संख्या आतां पन्नास पासून पांचशें पट वाढविली पाहिजे.

त्याचप्रमाणें आपली पृथ्वी प्राणी व वनस्पती यांनां धारण करण्याइतकी थंड होऊन किती काळ लोटला आहे यासंबंधीं केलेल्या कयासांतहि बरीच सुधारणा करावी लागेल. रदाचा शोध लागेपर्यंत असें खात्रीपूर्वक वाटत होतें कीं, पृथ्वी ही एकसारखी थंड होत आहे, व तशीच ती पुढें एकसारखी थंड होत राहून अखेरीस वनस्पती व प्राणी यांनां तिजवर जिवंत राहणें अशक्य होईल. परंतु पृथ्वींतील व वातावरणांतील किरणविसर्जक द्रव्यांचा व त्यांतून बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेचा जो कयास करण्यांत आला आहे त्यावरून असें दिसतें कीं, पृथ्वींतून बाहेर पडणारी बहुतेक सर्व उष्णता तिच्यामधील किरणविसर्जक द्रव्यें बाहेर टाकीत असलेल्या उष्णतेनें भरून निघत असली पाहिजे.

रदापासून निघालेले किरण कातडी जाळतात व ध्वंसक व्रणाचा नाश करण्याच्या कामीं त्यांचा फार उपयोग होतो, त्यांची औजस्या (प्रोटीन्स) वर क्रिया होते, ते सूक्ष्म जंतूंचा नाश करितात, पानांतील रंजक द्रव्याचा रंग नाहींसा करितात व बीजांतील अंकुरोद्भवन शक्ति हरण करतात. नुकताच तयार केलेला रदाचा क्षार अ-किरण बाहेर टाकतो, परंतु परमाणुभंगाच्या क्रियेनें लवकरच दुसरीं द्रव्यें तयार होऊन मग त्यांतून अ-किरणांशिवाय ब व ग हे दुसऱ्या दोन प्रकारचे किरणहि बाहेर पडूं लागतात.

परमाणुभंगाची क्रिया चालली असतां रदाच्या क्षारांतून, त्यांत एक ग्राम रद असलें तर, दर तासीं ७५ क्यालरी इतकी उष्णता बाहेर पडते, व त्यामुळें त्याचें उष्णमान सभोंवतालच्या उष्णमानाहून नेहमीं अधिक राहतें. अ किरण बाहेर पडत असतांना बहुधा त्यांबरोबर सौर वायूहि निघत असतो.

पदार्थवैज्ञानिक रसायनशास्त्र.—रसायनशास्त्र व पदार्थविज्ञानशास्त्र हीं एकमेकांस पूरक आहेत. या दोहोंनां सामान्य असणाऱ्या क्षेत्रास पदार्थवैज्ञानिक रसायनशास्त्र असें नांव देतां येईल. या शास्त्राचा आरंभहि रसायनशास्त्राबरोबरच झाला होता. परंतु त्याची मुख्य वाढ अगदीं अलीकडच्या ४०।५० वर्षांत झाली. यांतील मुख्य मुख्य तत्त्वें, उदाहरणार्थ, वायूंच्या गुणधर्मीविषयीं नियम, वायूंची घटना, त्यांचें आकारमान व उष्णता

आणि दाव यांचा संबंध व त्यांचें द्रवीकरण इत्यादि गोष्टी रसायनशास्त्रामध्यें वर्णन केल्याच आहेत. निरांनराळ्या वायूंच्या अणूंचें आकारमान सारखाच दाव व उष्णमान असेल तर त्यांच्या अणुभारांकांच्या प्रमाणांतच असतें, असें दिसून आलें आहे. अर्थात् अशा वेळीं तुलनेकरितां प्रत्येक वायूच्या अणूंची संख्या सारखीच घेतली पाहिजे. द्रवांच्या बाबतींत निरनिराळ्या द्रवांच्या अणूंच्या आकारमानाची तुलना करणें बरेंच भानगडीचें पडतें. कारण त्यांची कोणत्या विशिष्ट स्थितीमध्यें तुलना करावी हेंच निश्चितपणें समजत नाहीं. कॉपनें असें सुचविलें आहे कीं, द्रवांची तुलना करण्यास योग्य स्थिति म्हणजे ज्या वेळीं द्रववाष्पदाव वातावरणाच्या मध्यम दावाइतका असतो त्यावेळचें उष्णमान होय. व ही कल्पना बरोबर दिसते. कारण द्रवांचें उत्क्वथनउष्णमान स्थित्यंतरोष्णमानाच्या जवळ जवळ दोनतृतीयांश असतें; कॉपनें काढलेल्या अनुमानांनां लॉसेन, थार्प आणि स्विफ यांनीं पुष्टि दिली आहे; व तसेच कांहीं प्रयोग केले आहेत. याप्रमाणें द्रवाच्या अणूंचें आकारमान-त्याच्या उत्क्वथन उष्णमानाच्या वेळची सापेक्ष घनता आणि अणुभारांक यांचा गुणाकार—मुख्यतः अंतर्गत परिस्थितीवर अवलंबून असणारा—संकलनात्मक राशि असतो. या राशीची नक्की किंमत अनेक मूलद्रव्यांच्या बाबतींत त्यांच्या समघटकांशीं तुलना करून काढलेली आहे, व कांहीं मूलद्रव्यांची ही किंमत संयुक्त स्थितींतहि असंयुक्त स्थितींतील किंमतीइतकीच आढळून आली आहे.

द्रावांचें स्वरूप.—गेल्या दोन दशकांत द्रावांच्या स्वरूपांविषयींहि बरीच माहिती प्रकाशांत आली आहे. द्राव याचा व्यापक अर्थ म्हणजे दोन अगर अधिक पदार्थांचें एकजीव झालेलें मिश्रण होय. अर्थात् ज्या दोन वायूंचें एकमेकांवर कांहीं रासायनिक कार्य होत नाहीं ते वायू परस्परांशीं द्रव पावतात. वायू, द्रव पदार्थ किंवा घन पदार्थहि द्रव पदार्थांत द्रव पावूं शकतात. घन पदार्थांचाहि परस्परांशीं द्रव होऊं शकतो. मात्र या द्रावास आपण घनद्राव असें म्हणतों. वायूंच्या परस्परांशीं होणाऱ्या द्रवीभवनाचा अभ्यास डाल्टन यानें केला; व त्यानें अंशात्मक दावाचा नियम शोधून काढला. हा नियम असा कीं, वायूंच्या मिश्रणाचा एकंदर दाव त्या मिश्रणांतील घटक वायूंच्या पृथक् दावांच्या बेरजेइतका असतो. हा नियमहि अर्थात् इतर वायूंबद्दलच्या नियमांप्रमाणें सामान्य स्थितींत बिनचूक आढळत नाहीं, परंतु जसजसे वायू विरल स्थितींत जातात तसतसा हा नियम बिनचूक पाळलेला आढळतो. व्हॅन टॉफ यानें असें दाखविलें कीं, वायूंच्या मिश्रणांतील एका घटकाचा अंशात्मक दाव त्या मिश्रणाचें पृथक्करण करण्यास समर्थ असें त्वगावरण अथवा पापुद्र्यासारखा पडदा उपयोगांत आणून प्रयोगानें काढतां येईल. या तत्त्वाचा उपयोग करून रॉस यानें उज्ज व नत्र या वायूंच्या मिश्रणांतील अंशात्मक दाव तें मिश्रण एका पलादपात्रांत ठेवून व त्याचा वैरल्यमापक यं त्राशीं संबंध जोडून निश्चित केला. पलाद हा पदार्थ विशिष्ट उष्णमानांत उज्ज वायूला आपणांमधून जाऊं देतो, परंतु नत्रवायूचा त्यांतून शिरकाव होत नाहीं. वायूंची द्रव पदार्थांतील विद्रावण शक्ति शोधून काढण्याकरितां डाल्टन आणि हेन्री यांनीं प्रयोग केले; व हेन्रीचा नियम शोधून काढला. तो असाः विशिष्ट आकारमानाच्या द्रवामध्यें विशिष्ट आकारमानाचा वायु द्रव पावतो व या क्रियेंत त्या द्रवावरील दावाचा कांहीं संबंध नसतो. म्हणजे कोणत्याहि द्रवांतील वायूची घनता अगर दाढर्य त्या द्रव पदार्थावरील अवकाशांतील त्या वायूच्या घनतेच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. निरनिराळे वायू निरनिराळ्या द्रव पदार्थांत निरनिराळ्या प्रमाणांत द्रव पावतात. परंतु विशिष्ट वायूचें स्वरूप व त्याची विद्राव्य शक्ति यांचा संबंध काय असतो हें अद्याप निश्चितपणें ठरवितां आलें नाहीं. तथापि या बाबतींत कांहीं ढोबळ नियम बसविलेले आढळतात उदाहरणार्थ, तटस्थ वायू (उज्ज, नत्र इत्यादि) हे दुर्द्राव्य असतात. पण अम्लिक किंवा अनाम्लिक प्रवृत्तीचे वायू (उज्जहरिद, अम्न इ०) सहजद्राव्य असतात. ज्यांचें द्रवीकरण सोपें असतें असेहि वायू सापेक्षतेनें सहजद्राव्य असतात असें ग्रॅहॅम यानें दाखविलें आहे.

द्रव पदार्थांचें परस्परांशीं द्रावण कोणत्या नियमांनीं होतें याबद्दल अद्याप कांहींच निश्चित माहिती मिळाली नाहीं कांहीं द्रव पदार्थ पूर्णपणें तर कांहीं अंशतः अद्राव्य असतात. आणि दोन द्रव पदार्थांचें मिश्रण एकजीव होण्यास लागणाऱ्या प्रमाणांतहि उष्णमान व दाव यांच्यामुळें बदल होतो असें दिसून आलें आहे. घनपदार्थांचें द्रव पदार्थांत द्रावण कसें होतें याबद्दलचें ज्ञान बरेंच वाढलें आहे; व या विषयावर विशेषतः घनपदार्थांचें पाण्यांतील द्रावण यासंबंधीं बरेच ग्रंथ उपलब्ध आहेत. घनपदार्थांची विद्राव्य शक्ति द्रावकाच्या उष्णमानावर अवलंबून असते व ती विशिष्ट प्रमाणापर्यंत उष्णमानाबरोबर वाढत जाते. व ही कमालमर्यादा गांठली गेली म्हणजे तें द्रावण संपृक्त झालें असें आपण म्हणतों. हें संपृक्त द्रावण जर हळू हळू थंड करीत गेलें तर आपणांस असें आढळून येतें कीं अशा स्थितींत विशिष्ट उष्णमानावर जेवढा घनपदार्थ त्यांत विद्रावित असेल तितका त्याच उष्णमानावर नेहमीं विद्रावित होणार नाहीं. अशा द्रावणास अतिसंपृक्त द्रावण म्हणतात. अशा अतिसंपृक्त द्रावणांत तोच घनपदार्थ आणखी थोडा टाकला तर अधिक द्रावित पदार्थ द्रावणाच्या तळाशीं बसेल. कांहीं कांहीं वेळां कांहीं पदार्थांची पाण्यांतील विद्राव्यशक्ति उष्णमानाच्या वाढीबरोबर कमी झालेली आढळून येते. बहुतेक अशा ठिकाणीं हा विद्राव्य शक्तींतील फरक द्राव्य पदार्थाच्या उज्जीतकिरणावर अवलंबून असतो. घनपदार्थांचें परस्परांशीं द्रावण कोणत्या नियमानीं होतें त्याबद्दल अद्यापि फारसें संशोधन झालें नाहीं. तथापि जेवढें झालें आहे त्यावरून असें दिसतें

कीं, त्यांनांहि द्रवपदार्थांतील परस्पर द्रावणासंबंधींचे नियम लागू पडतात. मिश्रधातु हीं अशींच घन पदार्थांचीं द्रावणें होत, आणि रॉबर्टस ऑस्टेन यानें असें दाखविलें आहे कीं, वायू किंवा द्रवपदार्थांप्रमाणेंच धातूहि परस्परांशीं एकजीव होणें शक्य आहे.

व्हॅन टॉफ यानें १८८५ मध्यें कमजोर द्रावणावर बरेच प्रयोग करून यासंबंधींच्या प्रश्नास बरीच चालना दिली. वायूंनां जर त्यांतील अणू परस्परांवर कोणतेंहि भासमान असें कार्य करणार नाहींत इतकें विरल स्वरूप दिलें तर या वायूंच्या विद्रावणासंबंधीं नियम अगदीं साधे आढळून येतात. तसेंच कमजोर द्रावणांच्याहि बाबतींत तीच स्थिति आढळते. जर द्राव्य पदार्थ अतिशय थोड्या प्रमाणांत असेल तर त्यांतील अणूंचें परस्परांवरचें कार्य विचारांत न घेण्याइतकें अल्प असतें. अशा स्थितींत वायुरूप द्रव्याला जे नियम लागतात तेच नियम त्या द्रवरूप द्रव्याला लागतात. ही गोष्ट कशी समजून आली याबद्दल थोडेंसें स्पष्टीकरण देऊं.

पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांनां ही गोष्ट पूर्वीपासून ठाऊक होती कीं कांहीं त्वचामय पदार्थ अर्धवट प्रवेशक्षम किंवा भेद्य असतात. म्हणजे ते कांहीं द्रावांनां अथवा विद्रावित पदार्थांनां आपल्यामधून जाऊं देतात परंतु इतर पदार्थांनां ते दुर्भेद्य असतात. या क्रियेला द्रवाभिसरण (ऑस्मॉसिस) असें म्हणतात. ही क्रिया जीवशास्त्रांत फार महत्त्वाची समजली जाते. या क्रियेचा अभ्यास प्रथम ट्राऊब आणि फेफर या वानस्पत्य-इंद्रियवैज्ञानिकांनीं (प्लँट फिझिऑलॉजिस्ट) केला. अशा तऱ्हेचे अर्धभेद्य पदार्थ कृत्रिम रीतीनेंहि बरेचसे तयार करतां येतात. त्यापैकीं विशेष सोइस्कर म्हणजे एखाद्या सछिद्र भांड्यावर ताम्रलोहकर्बनत्रिद (कॉपर फेरो साइनाइड) याचा लेप देऊन केलेला होय. अशा तऱ्हेचें भांडें शर्करेच्या द्रावानें भरून पाण्यांत ठेविलें तर असें दिसून येतें कीं पाणी त्या भांड्यांत शिरूं शकतें, परंतु साखर बाहेर येऊं शकत नाहीं. यामुळें त्या भांड्यामध्यें द्रवाभिसारक नांवाचा दाब उत्पन्न होतो. व तो योग्य साधनानें मोजतांहि येतो. फेफर यानें या द्रवाभिसारक दाबाचें द्रावाच्या तीव्रतेशीं म्हणजे दाट्यांशीं अथवा कसाशीं काय प्रमाण असतें तें निश्चित केलें. त्याला असें आढळून आलें कीं अभिसारक दाब कसाशीं समप्रमाणांत असतो, व तो उष्णमानाबरोबर वाढत जातो. व्हॅन टॉफ यानें असें दाखविलें कीं, अभिसारक दाब आणि द्रावाचें घनफळ यांचा गुणाकार हा एका स्थिरांकाबरोबर असतो. तसेंच त्यानें असेंहि दाखविलें कीं, द्रवाभिसारक दाब हा वायूच्या दावाप्रमाणेंच मूल उष्णमानाशीं (ॲब्सोल्यूट टेंपरेचर) प्रमाणांत असतो. वरील नियम आणि ॲव्होगाड्रोची उपपत्ति यांचें एकीकरण केलें असतां असें दिसून येतें कीं, जर द्रावकाच्या मानानें विद्राव्य पदार्थाचें आकारमान अगदींच अल्प असेल तर तो विद्राव्य पदार्थ वायुरूप असतां तितक्याच आकारमानाच्या द्रावांत जितका दाब उत्पन्न करील तितकाच अभिसारक दाब द्रावित स्वरूपांतहि उत्पन्न करितो. तसेंच एकच विशिष्ट आकारमान असलेल्या द्रावकांत निरनिराळे विद्राव्य पदार्थ जर त्यांच्या अणुभारांकाच्या प्रमाणांत असतील तर सारखाच अभिसारक दाब उत्पन्न करतील, अशा तऱ्हेच्या द्रावांनां समाभिसारक (आयसो मॉटिक अथवा आयसो टॉनिक) म्हणतात. उष्णतागतिशास्त्रांतील नियमांप्रमाणें असें सिद्ध करतां येईल कीं, द्रावाच्या बाष्पाच्या दावाचें व घनीभवनबिंदूचें अधोगमन हीं द्रावाच्या अभिसारक दावाशीं समप्रमाणांत असतात. या नियमाचा एखाद्या विद्राव्य पदार्थाचा अणुभारांक निश्चित करण्याच्या कामीं उपयोग होतो.

राऊल्ट व इतर शास्त्रज्ञांनीं जे अणूंच्या घनीभवनबिंदूचें अधोगमन निश्चित करण्याबद्दल प्रयोग केले त्यांवरून असें दिसून आलें कीं, कांहीं पदार्थ त्यांच्या सारणीवरून काढलेल्या अभिसारक दावाच्या निम्म्याहूनहि कमी दाव उत्पन्न करितात, परंतु कांहीं अतिशयच मोठा दाब उत्पन्न करितात. या विरोधाचें कारण १८८७ मध्यें अऱ्हेनिअस यानें असें दाखविलें कीं जे द्राव अतिशय अभिसारक दाब उत्पन्न करितात तेच फक्त विद्युद्वाहक असतात. या नियमावरून पुढें अनेक कल्पना सुचल्या; आणि अऱ्हेनिअस यानें विद्युद्वाहकता व व्हॅन टॉफ याची द्रावाबद्दलची उपपत्ति यांचा संबंध जोडून इलेक्ट्रोलिटिक डिसोशिएन अथवा आयनायझेशन म्हणजे विद्युद्विच्छेदनाचें तत्त्व शोधून काढलें. हें तत्त्व म्हणजे फॅरेडे याचे विद्युद्विच्छेदन क्रियेचे नियम, हिटॉर्फ याचे प्रयोग, विल्यमसन व क्लॉसियस यांच्या गतिविषयक कल्पना या सर्व पंचवीस वर्षें चाललेल्या शास्त्रीय कामगिरीचें फल होय. अऱ्हेनिअस यानें असें दाखविलें कीं विद्युद्विच्छेदन क्रियेच्या पूर्वींहि विद्युद्वाहक द्रावामध्यें स्वतंत्र वैद्युदणू असतात, हें जें क्लॉसियसचें म्हणणें तें खरें आहे, एवढेंच नव्हे तर ज्या अणूंचें वैद्युदणूंमध्यें पृथक्करण झालें असेल त्यांचें प्रमाण विद्युद्वाहकतेचें किंवा अभिसारकदाबाचें मापन करून निश्चित करतां येतें. व दोन्हीहि मापनपद्धतींनीं येणारीं फलें एकमेकांशीं जुळतात. यावरून ही उपपत्ति खरी आहे हें निश्चित होतें. आपण साध्या मिठाचा द्राव घेतला तर त्यांत तीनदशांश मीठ हें मीठ या स्वरूपांत असतें व बाकीचें सातदशांश हर व सिंधु याच्या वैद्युदणूंमध्यें पथक्कृत होतें व हे वैद्युदणू वायूंच्या अणूंप्रमाणें मोकळेपणानें इकडे तिकडे फिरतात. या द्रावांत विद्युत्प्रवाह सोडला तर द्रावांतील विद्युद्ध्रुव या स्वतंत्रतेनें फिरणाऱ्या वैद्युदणूंस मार्गदर्शक होतात; हे वैद्युदणूच त्या द्रावाची विद्युद्वाहकता निश्चित करतात. तो द्राव अथवा त्यांतील अविद्युद्विच्छेदित अणू विद्युद्वाहकतेच्या बाबतींत कोणतेंच कार्य करीत नाहींत. या वैद्युदणूंची भ्रमणगति निश्चित करण्याच्या रीती हिटॉर्फ, कोहलराऊश, लॉज इत्यादिकांनीं दिल्या आहेत.

ही विद्युद्विच्छेदनाची क्रिया वरेचसे रासायनिक चमत्कार समाधानकारक रीतीनें उलगडून दाखविण्यास मदत करिते. हिच्यामुळें अम्लांमध्यें विशिष्ट गुण कां वास करितात, निरनिराळ्या अम्लांमध्यें तीव्रता निरनिराळ्या प्रमाणांत कशी वास करिते, कांहीं सौम्य अम्लें त्यांचें कमजोर द्रावण केल्यास तितक्याच कमजोर द्रावणांतील तीव्र अम्लाइतकीच तीव्रता कशी दाखवितात इत्यादि गोष्टींचें स्पष्टीकरण देतां येतें. वरील सर्व क्रियांत या अम्लांचें बहुतेक पूर्णपणें वैद्युदणूंत पृथक्करण झालेलें असतें. दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे अम्लाची तीव्रता त्यांतील उज्ज वैद्युदणूंच्या घनतेवर अवलंबून असते. त्याप्रमाणेंच अनाम्लाची तीव्रता त्यांतील प्राणोज्ज वैद्युदणूंच्या संख्येवर अवलंबून असते. द्रव अम्र हें त्या मानानें एक सौम्य अनाम्ल आहे, कारण त्यांत प्राणोज्ज वैद्युदणू कमी असतात. उलट दाहकपालाश हें तीव्र अनाम्ल आहे, कारण त्याचा द्राव थोडासा कमजोर केल्यावर त्याचें बहुतेक पूर्णपणें वैद्युदणूंत पृथक्करण होतें. या उपपत्तीनें पृथक्करणात्मक रसायनशास्त्रांतील बऱ्याच गोष्टींचा उलगडा होतो. उदाहरणार्थ, अमोनिहरिदाच्या परोक्ष तेवढाच अम्र हा मम्र गंधकितास बाहेर टाकण्यास कां समर्थ होतो आणि उद्हराम्लाच्या परोक्ष तेवढाच गंधकयुक्त उज्ज (उज्जगंधकिद) जशदगंधकिद बाहेर टाकूं शकतो इत्यादि. या उपपत्तीमुळें उष्णतारसायनशास्त्रांतील बऱ्याच गोष्टींचा उलगडाहि होतो, उदाहरणार्थ, तीव्र अम्ल व अनाम्ल यांच्या उदासीनीकरणाची उष्णता त्यांच्या विशिष्ट स्वरूपावर अवलंबून नसून ती व्हॅन टॉफ यानें दाखविल्याप्रमाणें नेहमीं १३७०० कॅलरी असते.

या उपपत्तीमुळें खालीं दिलेल्या अनेक गोष्टींचाहि उलगडा होतो. उदाहरणार्थ, दोन कमजोर द्रावांचें मिश्रण उष्णता उत्पन्न झाल्याशिवाय कसें बनतें, क्षारांच्या द्रावांमध्यें अम्लाचे किंवा अल्काचे गुण कसे येतात, पृथक्करणक्रियेमध्यें ' दर्शकांचें ' कार्य कसें होतें, उद्हराम्लाच्या योगानें जलयुक्त द्रावांतील मीठ कसें बाहेर पडतें, अवक्षेपक (प्रेसिपिटंट) जास्त झालें असतां काय कार्य होतें, क्रियाकारकांच्या (रीएजंटच्या) कार्यांतील वेळोवेळीं दिसून येणारा फरक, क्षारांच्या द्रावांच्या रंगांत पडणारा फरक, निरनिराळ्या क्रियांमध्यें पाणी उत्पन्न होण्याचें कारण इत्यादि गोष्टींचा अभ्यास ऑस्टवाल्ड व त्याचे शिष्य यांनीं केला, व वरील सर्व क्रियांचें स्पष्टीकरण वैद्युदणूभवन क्रियेमुळें करतां येतें.

जरी वरील उदाहरणांत आपण मुख्यतः जलयुक्त द्रावांचींच उदाहरणें घेतलीं तरी वैद्युदणूभवनाचे नियम इतर सेंद्रिय व निरिंद्रिय द्रावकांनांहि लागू पडतात. तथापि हेंहि लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, ही उपपत्ति द्रावाविषयींच्या सर्व गोष्टींचा उलगडा करते ही गोष्ट सर्वमान्य झाली नाहीं. पुष्कळ पदार्थ निश्चित स्वरूपाचे उज्जित बनतात व ते निराळेहि काढतां येतात; आणि मेंडेलीफ, पिकरिंग, कहलेनबर्ग, आर्मस्ट्रॉंग इत्यादिकांनीं प्रतिपादिल्याप्रमाणें अशा तऱ्हेचे उज्जित जलयुक्त द्रावामध्यें राहूं शकतात किंवा नाहीं हाहि एक अनिश्चित मुद्दा आहे. अशा तऱ्हेचे उज्जित हे अस्थिर संयुक्त पदार्थ असून उष्णमानांतील फेरफाराचा त्यांवर परिणाम होतो आणि कमजोर द्रावामध्यें त्यांचें ' अणुदार्ढ्य ' (मास ॲक्शन अथवा कॉन्सेंट्रेशन) नियमप्रमाणें विश्लेषण होतें. कोहलराऊश, एच्. सी. जोन्स आणि लौरी यांच्या संशोधनावरून असें दिसून आलें आहे कीं, विद्युद्विच्छेद्याच्या जलयुक्त द्रावांतील वैद्युदणूंचेंहि उज्जितामध्यें रूपांतर होतें.

उष्णताविषयक रसायनशास्त्राची वाढ गेल्या ५० वर्षांत झाली. या शास्त्रांत हेस, अँड्र्यूज, थॉम्सन, फावर, सिल्वरमन, आणि बर्थेलोट या शास्त्रज्ञांनीं बरेच परिश्रम केले. वेन्झेल आणि बर्थोलेट यांनीं रासायनिक रूपांतरामध्यें अणूंच्या दार्ढ्याचा काय परिणाम होतो याबद्दल जे प्रयोग केले तेच पुढें वर्थेलोट, गुल्डबर्ग आणि वाग, ज्युलियस थॉम्सेन, व्हॅन टॉफ, हार्कोर्ट आणि इसॉन व लि शॅटेलियर यांनीं पुढें चालविले; आणि अणुदार्ढ्याची उपपत्ति आणि व्युत्क्रमक्रियेचें स्वरूप यांसंबंधीं आतां निश्चित नियम माहीत झाले आहेत आणि ते नियम उष्णतागतिशास्त्राच्या अथवा गतिविशिष्ट उपपत्तीच्या साहाय्याखेरीज सिद्ध करून दाखवितां येतात. सान्निध्यविकार व फेनकांचीं कार्यें आणि विपाकक्रिया यांच्यावर सामान्यतः बऱ्याच संशोधकांनीं परिश्रम केले आहेत. वायुनिष्कासनाच्या क्रियेचा अभ्यास ग्रॅहॅम, मॅक्सवेल आणि ओ. इ. मेयर यांनीं चालविला आहे; उष्णताजन्य विश्लेषणासंबंधीं प्रयोग डेव्हिल, ट्रूस्ट इत्यादिकांनीं चालविले आहेत व याच प्रश्नाचा गणितशास्त्राच्या दृष्टीनें अभ्यास विलर्ड, गिब्स आणि व्हॅन डर वॉल्स यांनीं चालविला आहे. उष्णताजन्य व वैद्युत् विश्लेषण या दोहोंमधील साम्य प्रस्थापित झालें आहे. वायूंच्या स्फोटक धर्मांचा अभ्यास बर्थेलोट, लि शॅटेलियर, ॲबल आणि डिक्सन यांनीं केला आहे. ग्लॅडस्टन, लॉरेंट्झ, लँडोल्ट, नॅसिनी, ब्रूहल इत्यादि संशोधकांनीं पदार्थांचें स्वरूप, घटना आणि त्यांचे दृक्शास्त्रीय गुणधर्म यांतील संबंध शोधून काढण्याच्या कामीं महत्त्वाचें कार्य केलें आहे. सर विल्यम पर्किन यानें पदार्थांचें चुंबकीय भ्रमण व थार्प आणि रॉजर यांनीं पदार्थांचा चिकटपणा यांबद्दल बराच अभ्यास केला आहे. पदार्थांच्या ' दशानियमाचा ' (थिअरी ऑफ फेझेस) उगम गिब्स यांपासून होऊन व्हॅन डर वॉल्स आणि रूझबूम यांनीं त्याची बरीच वाढ केली. सर जे. जे. थॉम्सन आणि सर जे. लार्मर यांनीं अणूंची वैद्युतिक उपपत्ति पुढें आणली आहे. वार्लो आणि पोप यांनीं मूल्यकत्व आणि आकारमान यांतील संबंध शोधून काढला आहे. ग्रॉथ आणि टचूटन यांच्या सूक्ष्म मापनपद्धतीमुळें समानधर्म पदार्थांचें समाकृतिक स्फटिकत्व बरेंचसें विशद झालें आहे. तसेंच प्रकाशलेखनसंबद्ध रसायनशास्त्राचा आरंभ इंगेनहौझ, श्रील आणि

सेनेबियर यांच्यापासून होऊन अलीकडे बुनसेन, रॉस्को, पिंगशेम, फेफर, व्होगेल आणि अॅब्ने यांनीं तो बराच वाढीस लाविला आहे.

क्ष-किरणांचे व्यवहारांतील कांहीं नवीन उपयोग.—हें प्रकरण संपण्यापूर्वी पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील कांहीं नूतन घडामोडींचा उल्लेख केला पाहिजे. रोग्याची परीक्षा करतांना क्ष-किरणांचा उपयोग करतात, पण त्याकरितां क्ष-किरणांची नळी रोग्याच्या अगदीं शरीराजवळ न्यावी लागत असल्यामुळें रोग्याच्या बाह्य त्वचेला अपाय होण्याची भीति असे. परंतु क्ष-किरण विद्युत्प्रवाहाप्रमाणें धातूच्या तारेंतून जाऊं शकतात असें आढळून आल्यामुळें आतां क्ष-किरण बऱ्याच दूर अंतरावर नेतां येतात व शेजारच्या खोलींत असलेल्या रोग्याची तितक्या अंतरावरून परीक्षा करतां येते.

क्ष-किरणांचा दुसरा महत्त्वाचा उपयोग कारखान्यांमध्यें सामानसुमान तपासण्याकडे होऊं लागला आहे. महायुद्धाच्या वेळीं विमानें तयार करतांना वापरलेलें लांकूडकाम तपासण्याकरितां क्ष-किरणांचा उपयोग प्रथम करूं लागले. पुढें पाणबोटींचा (सबमरीन्सचा) लांकडी भाग तपासण्याकडे, व नंतर धातूंचें सांधकाम तपासण्याकडे या किरणांचा उपयोग होऊं लागला. धातूंचा ओतीव जिन्नस, मिश्र धातूंतील निरनिराळ्या धातूंचें परस्परप्रमाण, तसेंच नकली जिनसांतील मूळ धातु ओळखून काढण्यांतहि या किरणांचा उपयोग हल्लीं करतात, व त्यामुळें धातुकामांतील व लांकडी कामांतील कारखानदारांच्या लबाड्या उघडकीस आणण्याची चांगली सोय झाली आहे [टाइम्स ऑफ इंडिया, सेप्टेंबर १९२२].

३,००० अंश उष्णमानाची ज्वाला.—टाइम्स ऑफ इंडियाच्या ता. १३ जानेवारी सन १९२२ च्या अंकांत जास्तींत जास्त उष्णमानाची ज्वाला हल्लीं कशी उत्पन्न करण्यांत येते त्याची हकीकत दिली आहे. इ. हॉसर व इ. री यांनीं शास्त्रीय प्रयोगांत फारच मोठें उष्णमान असलेली ज्वाला वापरण्याची युक्ति काढली आहे. ही ज्वाला ज्वालाग्राही द्रवरूप पदार्थांपासून काढतात. प्रथमतः द्रवरूप इंधन सांठविलेल्या भांड्यांतून नळीनें एका विशिष्ट प्रकारच्या प्रज्वालकांत (बर्नरमध्यें) नेतात. तेथें त्याचें परमाणूंत रूपांतर करून त्यांतून उज्वाचा किंवा दुसऱ्या एखाद्या सोईस्कर वायूचा जोरदार प्रवाह घालवून त्याचा शंक्वाकार आडवा झोत उत्पन्न करतात. या झोताच्या सभोंवतीं प्रज्वालकाच्या बाहेरच्या भागांतून निघणाऱ्या प्राणवायूचें आवरण असल्यामुळें त्याचें ज्वलन अत्यंत तीव्र होतें, व अशा रीतीनें कमींत कमी शतभाग उष्णमानाच्या तीन हजार अंशांइतकी उष्णता उत्पन्न करतां येते. या ज्वालेचें उष्णमान जवळ जवळ विजेच्या भट्टीइतकें होत असून तींत कापरांतील किंवा लांकडाच्या कोळशांतील कर्बाचें चित्रक (ग्राफायिट) मध्यें रूपांतर होतें व तुंगस्थ, मोलब्द यांसारखे दुर्द्राव्य पदार्थ वितळवितां येतात.

आजचा बडा पदार्थविज्ञानी ईन्स्टेन.—पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील अर्वाचीन बडा संशोधक म्हणजे त्या शास्त्रांत १९२१ चें नोबेल प्राइझ मिळविलेला जर्मन प्रोफेसर ईन्स्टेन होय. त्याचा " सापेक्षत्वा " (रिलेटिव्हिटी) चा सिद्धांत इतका महत्त्वाचा आहे कीं, पॅरिसमधील हिगिन्स नांवाच्या एका अमेरिकन गृहस्थानें ईन्स्टेनचा शोध व त्याचे परिणाम या विषयावर जो कोणी सामान्य मनुष्याला देखील समजेल अशा भाषेंत सर्वोत्कृष्ट निबंध लिहील त्याला पांच हजार डॉलर्स बक्षीस देण्याचें जाहीर केलें आहे. जगांतील मोठमोठ्या शिक्षणसंस्थांकडून त्याला पाचारण होत असतें; व त्याचा जिकडे तिकडे बोलबाला चालला आहे. तेव्हां अशा मोठ्या पंडिताचा शोध तरी कसल्या प्रकारचा आहे तें पाहूं.

सापेक्षत्वाचें अतिव्यापक रूप अशा गृहीत तत्त्वावर आहे कीं, सर्व मापनें आणि निरीक्षणें, निरीक्षक आणि निरीक्षिलेली वस्तु यांमधील केवळ परस्पर संबंध उघड करितात. पदार्थविज्ञानशास्त्रांत याची उभारणी अशा सिद्धांतावर केली आहे कीं, कोणतेहि गतिविषयक, दृक्संबंधीं, किंवा विद्युच्चुंबकीय परिणाम इंधकाशीं किंवा अवकाशाशीं संबद्ध अशा भारद्रव्यगतीमुळें उत्पन्न होतात. पण या सिद्धांताला प्रयोगजन्य पुरावा मुळींच मिळेना. यासंबंधीं केलेले दृक्शास्त्रीय व विद्युच्छास्त्रीय सर्व प्रयोग फुकट गेले. तेव्हां १९०५ सालीं ईन्स्टेननें गणितानें या सिद्धांताची सत्यता पटवून दिली. या सिद्धांतामुळें जर भारद्रव्यांत फरक होतो तर त्या प्रमाणांतच व त्यासारखाच फरक गुरुत्वाकर्षक द्रव्यांत झाला पाहिजे अशी शंका उद्भवली असतां १९११ सालीं ईन्स्टेननें आपला पहिला ग्रंथ लिहून गुरुत्वाकर्षण सापेक्षत्वाला अनुसरतें असें दाखवून दिलें. सापेक्षत्वाच्या सर्वसाधारण सिद्धांतांत, काल, अवकाश आणि गतिगणित यांच्या तत्त्वाला आतां केवळ मूलभूत गोष्टींमध्यें स्थान नाहीं. पदार्थांच्या भूमितीसंबंधीं स्थिति आणि घड्याळांच्या गती त्यांतील द्रव्यामुळें उत्पन्न होणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणीय क्षेत्रांवर अवलंबून असतात. याप्रमाणें मूलभूत तत्त्वांमध्यें हा नवीन गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत न्यूटनच्या सिद्धांताहून फार निराळा दिसून येतो. याचें प्रत्यंतर ग्रहणांत दिसून येतें. ईन्स्टेनच्या सिद्धांताप्रमाणें, दूरस्थ नक्षत्रांकडून येणारा प्रकाश सूर्यांतील आकर्षकक्षेत्रामुळें आंतल्या बाजूस मार्गच्युत होतो; व या विच्युतीचें प्रमाण प्रकाशकिरणांच्या सूर्यमध्याशीं असणाऱ्या सान्निध्यानुसार वाढत जातें. २९ मे १९१९ या दिवशीं खग्रास सूर्यग्रहण होतें, तेव्हां ईन्स्टेनच्या सिद्धांताची सत्यता अनुभविण्यासाठीं ब्राझील, आफ्रिका वगैरे ठिकाणीं ग्रहणनिरीक्षणार्थ मोहिमा पाठविण्यांत आल्या. ईन्स्टेननें भाकित केलेली किरणविच्युति न्यूटनसिद्धांतावरून काढलेल्या विच्युतीपेक्षां दुप्पट होती. व शेवटीं तीच बरोबर ठरली. याप्रमाणें शास्त्रीयक्षेत्रांत क्रांति घडवून आणणारा हा पुरुष आज ४४ वर्षांचा असून न्यूटन-मॅक्सवेलप्रमाणें युगप्र-

वर्तक असतांहि मी कांहींच केलें नाहीं असें म्हणण्याइतका विनयी आहे.

पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील आधुनिक भारतीय पंडित.—प्राचीन भारतीय परंपरेचें हें शास्त्र नसल्यानें भारतीयांनां पाश्चात्त्य शास्त्रज्ञांकडून याचें शिक्षण घ्यावें लागत आहे. तेव्हां या शास्त्रांत नवीन शोध लावणारे फारसे असूं शकणार नाहींत हें उघडच आहे. तथापि हल्लीं पुष्कळ पदवीधरांनीं संशोधनकार्याकडे आपणाला वाहून घेतलें आहे ही मोठी आनंदाची गोष्ट आहे. डॉ. बोस व राय खेरीज प्रो. सी. व्ही. रामन् हे आजचे प्रख्यात् पदार्थविज्ञानसंशोधक असून गुदस्ता कलकत्ता व बनारस हिंदु युनिव्हर्सिट्यांनीं त्यांनां ऑक्सफोर्ड येथें भरणाऱ्या ब्रिटिश एंपायर युनिव्हर्सिटी काँग्रेसचे प्रतिनिधि म्हणून निवडिलें होतें. याखेरीज नुकतेच पुढें येऊं पहाणारे शास्त्राभ्यासक व लेखक गणेश प्रसाद, डी. एन्. मलिक, सुधांशु कुमार बानर्जी, टी. के. चिन्मयानंदम्, लाहोरचे आर. आर. शाहाणी, मेघनदशहा इत्यादि होत. डॉ. मेघनदशहा हे विख्यात गणितपदार्थविज्ञानी असून, ईन्स्टेनच्या सापेक्षत्वाच्या सिद्धांताला त्यांनीं जोड दिलेली आहे. सर जोसेफ थॉमसन, सर अर्नेस्ट रुदरफोर्ड, सर पी. सी. राय या सर्वांनीं त्यांची वाखाणणी केली आहे. हे कलकत्ता युनिव्हर्सिटी कॉलेज ऑफ सायन्समधील आहेत.

प्रकरण १३ वें.

गणितशास्त्राचा इतिहास

गणितशास्त्राचें एक मुख्य अंग म्हणजे संख्यालेखन. या संख्यालेखनाच्या प्राचीन निरनिराळ्या पद्धती व हल्लीं सर्वत्र प्रचलित असलेली शून्यान्वित नऊ अंकी दशमानात्मक संख्यालेखनपद्धति यांचा सविस्तर इतिहास मागें तिसऱ्या प्रकरणांत दिला आहे. गणितज्ञान हें ज्योतिष व वैद्यक यांप्रमाणेंच अत्यंत प्राचीन असून या शास्त्राची भूमिति ही शाखा तर ग्रीक पंडित युक्लिड यानें ख्रिस्ती शकाच्या पूर्वींच बऱ्याच पूर्णतावस्थेप्रत नेली होती. तथापि आधुनिक ज्योतिष, पदार्थविज्ञान, व यांत्रिक ज्ञान यामुळें गणितशास्त्रांत अनेक शाखा उपशाखा अलीकडील काळांत उत्पन्न झाल्या असून अद्यापि या शास्त्राची वाढ चालू आहे असें पुढील इतिहासावरून दिसून येईल. कोणत्याहि शास्त्राची वाढ किती झाली आहे हें पहाण्याचा एक मार्ग म्हणजे त्या शास्त्राचें वर्गीकरण किती विस्तृत झालें आहे व त्या शास्त्राच्या एकंदर शाखा किती पडल्या आहेत हें पहाणें हा होय. त्याप्रमाणें गणितशास्त्राची हल्लीं किती वाढ झाली हें पुढील शाखाविस्तारावरून दिसून येईल.

गणितशास्त्राची अर्वाचीन वाढ.—या शास्त्रांतील शुद्ध (प्युअर) व शास्त्रांतर्गत व्यवहारीय (अप्लाइड) अशा दोन निरनिराळ्या शाखांमध्यें कोणकोणते विषय पडतात तें पाहूं:

शुद्ध

१. मूलभूत कल्पना (फंडामेंटल नोशन्स):
- (अ) अंकगणिताचीं मूलतत्त्वें (फाउंडेशन्स ऑफ अरिथमेटिक);
- (आ) व्यापक बीजगणित (युनिव्हर्सल आलजेब्रा);
- (इ) संघमीमांसा (थिअरी ऑफ ग्रूप्स).

२. बीजगणित व संख्यामीमांसा (आलजेब्रा अँड थिअरी ऑफ नंबर्स):
- (अ) बीजगणिताचीं मूलतत्त्वें;
- (आ) रेषाप्रतिनिवेशन (लिनियर सब्स्टिटयूशन्स);
- (इ) बीजगणिती समीकरणांची मीमांसा.
- (ई) संख्यामीमांसा.

३. पृथक्करण (अॅनॅलिसिस):
- (अ) पृथक्करणाचीं मूलभूत तत्त्वें;
- (आ) मिश्रचलफलांची मीमांसा (थिअरी ऑफ फंक्शन्स ऑफ कांप्लेक्स व्हेरिएबल्स);
- (इ) बीजगणिती फलें व त्यांचीं उपचितें (आलजेब्राइक फंक्शन्स अँड देअर इंटिग्रल्स);
- (ई) इतर विशिष्ट फलें;
- (उ) चलन समीकरणें (डिफरेन्शियल इक्वेशन्स);
- (ऊ) चलन रूपें आणि चलन स्थिरें (डिफरेन्शियल फॉर्म्स अँड डिफरेन्शियल इन्व्हेरियंट्स);
- (ऋ) पादार्थिक विषयांशीं संबद्ध असणाऱ्या पृथक्करणपद्धती (अॅनॅलिटिकल मेथड्स कनेक्टेड विथ फिजिकल सब्जेक्ट्स);
- (ॠ) अंतर समीकरणें आणि फलीय समीकरणें (डिफरन्स इक्वेशन्स अँड फंक्शनल इक्वेशन्स).

४. भूमितिः
- (अ) मूलतत्त्वें (फाउंडेशन्स)
- (आ) प्राथमिक भूमिति (एलेमेंटरी जिऑमेट्री);
- (इ) शंकुच्छेदीय व चतुरस्रक भूमिति (जिऑमेट्री ऑफ कॉनिक्स अँड क्वाड्रिक्स);
- (ई) बीजगणिती वक्रें आणि द्विपरिमाणापेक्षां मोठीं पृष्ठें (आलजेब्राईक कर्व्ज अँड सरफेसेस ऑफ डिग्रीज हायर दॅन दि सेकंड);
- (उ) बीजगणिती आकृतींचीं रूपांतरें व सामान्य पद्धति (ट्रॅन्स्फॉर्मेशन्स अँड जनरल मेथड्स फॉर आलजेब्राइक कॉन्फिगुरेशन्स);
- (ऊ) अतिसूक्ष्म भूमितिः सूक्ष्मावयवलब्धि व सूक्ष्मसंचयनें यांचा भूमितींत उपयोग (इन्फिनिटेसिमल जिऑमिट्रीः ॲप्लिकेशन्स ऑफ डिफरेन्शियल अँड इंटिग्रल कॅलक्युलस टु जिऑमिट्री);

(ऋ) चलन भूमिति (डिफरेन्शियल जिऑमिट्री); चलन समीकरणांचा भूमितींत उपयोग (ॲप्लिकेशन्स ऑफ डिफरेन्शियल इक्वेशन्स टु जिऑमिट्री).

शास्त्रांतर्गत व्यवहारीय.

१. गतिशास्त्रीय परिमाणांचें मापन (मेझरमेंट ऑफ डायनॅमिकल क्वान्टिटीज).

२. बिंदु आणि घनवस्तू यांचें गतिगणित व भूमिति (जिऑमेट्री अँड कायनेमॅटिक्स ऑफ पार्टिकल्स अँड सॉलिड बॉडीज).

३. अकरणीगत प्रेरणाशास्त्राचीं तत्त्वें (प्रिन्सिपल्स ऑफ रॅशनल मेकॅनिक्स).

४. बिंदु, दृढवस्तू इत्यादिकांचें स्थितिशास्त्र (स्टॅटिक्स ऑफ पार्टिकल्स, रिजिड बॉडीज एट्सेट्रा).

५. बिंदु, दृढवस्तू इत्यादिकांचें जडगतिगणित (कायनेटिक्स).

६. सामान्य पृथक्करणात्मक प्रेरणाशास्त्र (जनरल ॲनॅलिटिकल मेकॅनिक्स).

७. प्रवाही पदार्थांचें स्थितिशास्त्र व गतिशास्त्र.

८. व्यावहारिक जलशास्त्र आणि प्रवाही निरोध (हायड्रॉलिक्स अँड फ्लुइड रेझिस्टन्सेस).

९. स्थितिस्थापकत्व (इलॅस्टिसिटि).

भारतीय गणितज्ञान.

भारतीय आर्यांची वैदिक ग्रंथांवरून दिसून येणारी संस्कृति इतकी प्रगल्भ दिसते कीं, तितक्या सुसंस्कृत समाजांत गणिताचें ज्ञान बरेंच वाढलेलें असलें पाहिजे असें गृहीत धरावें लागतें. तथापि निरुक्त, छंद, ज्योतिष इत्यादि विषयांची वाढ होऊन त्यांनां वेदांगें म्हणून उच्च स्थान मिळालें त्याप्रमाणें गणितादि ज्ञानासंबंधानें प्राचीन काळीं झालें नाहीं, ही गोष्ट आश्चर्यकारक वाटते. त्यामुळें या शास्त्राची प्राचीन भारतीय प्रगति किती झाली होती तिचा साधार इतिहास देतां येत नाहीं. वैदिक वाङ्मयांत अप्रत्यक्षपणें गणितज्ञानासंबंधानें कांहीं उल्लेख व विशेषतः संख्यावाचक पुष्कळ शब्द आढळतात. त्यासंबंधीं माहिती ‘ लेखनपद्धति ’ (प्रकरण २ पृष्ठ ४९) व ‘ संख्यालेखन ’ (प्र० ३ पृ० ८५) या प्रकरणांत दिली आहे. वेदांत संख्यावाचक शब्द जेथें आले आहेत त्यांपैकीं दशमान पद्धतीशीं पूर्ण परिचय दाखविणारे कांहीं उल्लेख येणेंप्रमाणें.—

आ द्वाभ्यां हरिभ्यामिन्द्रयाह्या चतुर्भिराषड्भिर्हूयमानः
अष्टाभिर्दशभिः सोमपेयम्० ॥—
आ–विंशत्या त्रिंशता याह्यर्वाङ्चत्वारिंशता हरिभिर्युजानः॥
आ–पंचाशता सुरथेभिरिन्द्राषष्ट्या सप्तत्या सोमपेयम् ॥
आशीत्या नवत्या याह्यर्वाङ्शतेन हरिभिरुह्यमान :।०॥

ऋ २. १८. ४ ते ६

एका च दश च दश च शतं च शतं च सहस्रं च सहस्रंचायुतं च अयुतं च नियुतं च नियुतं च प्रयुतं च अर्बुदं च न्यर्बुदं च समुद्रश्च मध्यं च अंतश्च परार्धश्च

(वाजसनेयि सं. १७. २)

एकस्मै स्वाहा द्वाभ्यां स्वाहा त्रिभ्यस्वाहा ० एकान्नविंशत्यै स्वाहा इत्यादि (तै. सं. ७. २, ११)

तै. सं. (७. २, २०) या ठिकाणीं वरील वाजसनेयि संहिते (१७. १) प्रमाणेंच संख्येचा उल्लेख आला आहे.

महाभारत ग्रंथांत गणितज्ञानविषयक कांहीं माहिती, अर्थात् अप्रत्यक्षपणें, आलेली सांपडते. बेरजेची कल्पना दोन संख्या अगदीं शेजारीं शेजारीं ठेवण्यानें होते. साधारणतः अंक किंवा क्रमवाचक संख्याशब्द दुसऱ्या संख्येला अगोदर जोडून बेरीज दर्शवितात. परंतु अशा वेळीं बेरीज करावयाची किंवा गुणाकार करावयाचा यावद्दल संशय उत्पन्न होतो. उदाहरणार्थ, ‘ दशशतम्. ’ ‘ अधिकं ’ या शब्दानें मात्र बेरीज असा अर्थ स्पष्ट होतो. जसें, ‘ एकाधिकं शतं ’ किंवा ‘ शतं पंचाधिकम् ’ इत्यादि. बेरीज दर्शविण्यास ‘उत्तर’ हा शब्दहि आहे. उदा० ‘ शतमेकोत्तरं. ’ वजावाकी म्हणजे एक संख्या दुसरींतून वजा केली आहे हें दर्शविण्याकरितां ‘ ऊन ’ शब्द वापरतात. जसें, ‘पञ्चोनं शतम्. ’ ‘ बाकी ’ याला ‘ शेषम् ’ किंवा ‘ शिष्टम् ’ हे शब्द आहेतः— पञ्चाशतं षट्च शेषं दिनानां तव जीवितस्य । शिष्टमल्पं नः। (महाभा० १२. ५१. १४)- गुणाकारासंबंधानें ‘ गुणणें ’ याला ‘ गुणय् ’ हें क्रियापद व ‘ गुणलेलें ’ याला ‘ गुणित ’ व ‘ गुणीकृत ’ असे शब्द आढळतात. ‘त्रिःसप्तःकृत्वा ’ यासारखे पटी करणें या अर्थाचे प्रयोग आढळतात. गुणाकाराच्या कांहीं वेड्यावाकड्या पद्धती आढळतात. उदाहरणार्थ, ‘ षष्टिरुष्ट्रसहस्राणि शतानि द्विगुणा हयाः ’ येथें कवीला ६० हजार उंट व त्याच्या दुप्पट शत घोडे असें सांगावयाचें आहे. भागाकार करणें ही क्रिया ‘ विभज् ’ ह्या धातूनें दर्शविली आहे. अपूर्णांक दर्शविणारे शब्द पाद, भाग, अंश हे येतात. परिणाह = परिघ, विष्कंभ = व्यास. मध्यबिंदूपासून समांतर हें दर्शविण्यास ‘ समन्त ’ हा शब्द येतो. असल्या किरकोळ उल्लेखांवरून प्राचीन भारतीयांच्या गणितज्ञानासंबंधानें कोणतेंहि निश्चित अनुमान काढणें धोक्याचें होय. शुल्बसूत्रांपूर्वीचा गणितविषयक कोणताच ग्रंथ उपलब्ध नसल्यामुळें इतर वाङ्मयांत येणारे अप्रत्यक्ष उल्लेखच येथें नमूद करणें भाग झालें आहे.

वेदांगकालांत (ख्रि. पू. १५०० ते ५००) पूर्णांकपरिकर्मचतुष्टय म्हणजे बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार व भागाकार आणि त्रैराशिक यांची माहिती होती, इतकेंच नव्हे तर भिन्नपरिकर्मचतुष्टय म्हणजे व्यवहारी अपूर्णांकांची बेरीज इत्यादि, यांचें चांगलें ज्ञान होतें असें वेदांग ज्योतिषाचे ऋक्पाठ श्लोक ७, १७, २२ तसेंच १४,

१६, १८ आणि यजुःपाठ श्लोक ३७ यावरून दिसून येतें. (दीक्षितकृत 'भारतीय ज्योतिःशास्त्र' पृष्ठ ९६–९७).

गणितज्ञानाच्या भूमितिशाखेची वाढहि आपल्या भरतखंडांत यज्ञसंस्थेच्या अनुषंगानें बरीच झालेली असून त्याची माहिती देणारा बौधायनीय शुल्वसूत्र नांवाचा स्वतंत्र ग्रंथ बऱ्याच प्राचीन काळीं तयार झालेला आहे. यज्ञसंस्थेच्या आरंभीं भारतीय आर्यांनां भूमितीचें चांगलें ज्ञान होतें, हें त्यांचें याज्ञिक पाहून कोणीं नाकबूल करील असें वाटत नाहीं. यज्ञकुंडांनां जे आकार द्यावयाचे ते कांहींतरी नसून प्रमाणशीर असत. त्याकरितां अध्वर्यूला कर्तव्यभूमिति अभ्यासावी लागे; व तिचा उपयोग करून वक्रपक्षश्येनचितीसारख्या अवघड चिती तयार कराव्या लागत; चिती रचण्याच्या आधीं चौकोनी, त्रिकोणी प्रमाणबद्ध विटा करून भाजाव्या लागत. नंतर यज्ञभूमीवर दोरीनें चितीचा आकार सूत्रांनुसार काढून त्यावर विटांचे प्रस्तर सशास्त्र बसवावे लागत. तेव्हां यज्ञसंस्थेकरितांच शुल्व निर्माण झालें यांत संशय नाहीं. हें प्राचीन शुल्व किती कार्यक्षम व व्यावहारिक होतें, व त्याचप्रमाणें किती तंतोतंत बरोबर होतें हें शुल्वसूत्रांतील कर्तव्यभूमितीच्या सिद्धांतांवरून कळून येणार आहे.

हल्लीं ज्याप्रमाणें इंच हें मापण्याचें सर्वांत लहान प्रमाण म्हणून धरतात, त्याप्रमाणें या सूत्रांत अंगुल हें प्रमाण सांपडतें; व पुरुष (=१२० अंगुलें) हें सामान्य मोठें प्रमाण आहे. अंगुलापेक्षांहि लहान द्वय प्रमाण म्हणजे तिल किंवा अणु, प्रादेश, पद, युग, जानु, बाहु, प्रक्रम, अरत्नि वगैरे अंगुल व पुरुष यांच्यामधलीं मापें आहेत. पुरुषाच्या शरीरावयवांवरून व त्यांच्या लांबीवरून यांनां नांवें दिलेलीं आहेत हें उघड दिसतें. तसेंच, ईषा, अक्ष, युग, शम्या हीं नांवें रथावयवांवरून पडलेलीं आहेत. या प्रमाणांनंतर दिशासाधन करणें व समभुज चौकोन व दीर्घ चौकोन काढण्याच्या रीती दिलेल्या आहेत. एका रेषेवर दुसरी लंब रेषा काढतां आली म्हणजे चौकोन तयार करितां येतो. तेव्हां सूत्रांत दिलेल्या चौकोन काढण्याच्या रीती, लंब रेषा काढण्याच्या आहेत असें म्हटल्यास वावगें होणार नाहीं. एखाद्या चौकोनाच्या क्षेत्रफळाच्या वाटेल तितक्या पट क्षेत्रफळाचा चौकोन करणें झाल्यास, करणी (द्विकरणी, त्रिकरणी, सप्तकरणी इ.) काढून करतां येतें. तसें चौकोनाचा कर्ण व बाजू यांचें प्रमाण दिलें आहे.

दोन चौकोनांच्या क्षेत्रफळांच्या बेरजेच्या किंवा वजाबाकीच्या क्षेत्रफळाचा चौकोन करणें; चौकोनाचा दीर्घचौकोन व दीर्घचौकोनाचा चौकोन बनविणें; चौकोनाची एक बाजू लहान करणें; चौकोनाचा त्रिकोण, द्वि-त्रिकोण व वर्तुळ करणें; व वर्तुळाचा चौकोन करणें, इतकें वेदी तयार करण्याला लागणारे कर्तव्यभूमितींतील सिद्धांत बौधायनीय शुल्वसूत्रांत सांपडतात. या प्रमाणें वेदींचे आकार शिकविल्यानंतर, वेदी कशा रचाव्या, अमुक वेदि कशी बांधावी वगैरे या सूत्रांत बौधायनानें माहिती दिलेली आहे. बौधायनाप्रमाणेंच आपस्तंब व कात्यायन यांनींहि शुल्वावर ग्रंथरचना केली आहे.

हल्लीं भूमितीच्या आकृती काढण्यास अनेक यंत्रें लागतात व या यंत्रसाधनांनीं आकृती चांगल्या व बरोबर येतात यांत नवल नाहीं. पण प्राचीन काळीं ही साधनें नसतांहि केवळ दोरी व शंकू घेऊन पशुपक्ष्यादिकांच्या आकृती काढीत हें कौतुकास्पद तर खरेंच; पण त्याबरोबरच आपल्या पूर्वजांची कल्पकता व शोधकबुद्धि पाहून खरोखरीच त्यांच्याविषयीं सादर अभिमान वाटतो; व भारतीय गणितशास्त्र कोणापासून उसनें घेतलेलें नसून स्वतंत्र आहे याची सत्यता पटते.

आहवनीय व गार्हपत्य अग्नींपासून दक्षिणाग्नीची जागा निश्चित करतांना अनुमानावर भागत नसे तर त्याला गणिताचे ठोकताळे लागत व ते दोन तीन प्रकारांनीं सांगितले आहेत. तसेंच दर्शपूर्णमास, पशुबंध, पैतृक, प्राग्वंश, सौत्रामणि वगैरे यज्ञांतील वेदी एकाच मापाच्या नसून प्रत्येकीचीं प्रमाणें निरनिराळीं असत; व त्यामुळें त्यांचे आकारहि निरनिराळे येत. महावेदींत जीं अनेक तंत्रें करावीं लागतात तीं पाहिलीं असतां, अध्वर्यूला गणिती डोकें असल्यावांचून भागणार नाहीं हें उघड दिसून येतें. श्येनचित्, कंकचित्, अलजचित्, रथचक्रचित्, द्रोणचित्, स्मशानचित्, कूर्मचित्, छंदश्चित्, वगैरे चिती तत्कालीन चित्रकलाज्ञानदर्शक आहेत यांत संशय नाहीं.

ख्रिस्तपूर्व काळांतील अंकगणित व भूमिति या गणितशास्त्राच्या दोन शाखांची माहिती वर दिली आहे त्याहून अधिक अद्याप उपलब्ध नाहीं, आणि या शास्त्राच्या बीजगणितादि इतर शाखांबद्दल तर कांहींच लिहितां येण्यासारखें नाहीं.

ख्रिस्तोत्तर काळांत हिंदु लोकांनीं गणितशास्त्रांत विशेषेंकरून अंकगणित व बीजगणित यांत बरेच शोध लाविले. ह्या शोधकांचा उद्देश ज्योतिषशास्त्राचा अभ्यास करण्याचा होता व गणिताचा अभ्यास ते फक्त हा एक साहाय्यक विषय म्हणून करूं लागले. ज्योतिषाच्या अभ्यासास लागणारीं उपकरणें नसल्यामुळें त्यांनां ज्योतिषांत फार प्रगति करतां आली नाहीं. पण गणितांत मात्र त्यांची बरीच प्रगति झाली. त्यांनीं आपलें सर्व ज्ञान कविताबद्ध लेखांत सांठवून ठेवलें व तें सुद्धां फक्त सिद्धांताच्या याद्या या रूपानें. त्यामुळें प्रगतीच्या मार्गांत हा एक मोठा अडथळा झाला.

हल्लींच्या माहितीवरून पहातां पहिला ज्योतिषी आर्यभट्ट हा होय. हा इ. स. ४७९ त गंगातीरीं पाटलिपुत्रांत जन्मला. त्याचा आर्यभटीय ग्रंथ प्रसिद्ध आहे. त्यांतील तिसरा भाग गणितावर आहे. त्यानंतर इ. स. ५९८ त ब्रह्मगुप्त जन्मला. त्यानें ६२४ त ब्रह्मस्फुटसिद्धांत हा ग्रंथ लिहिला. त्यांतील १२ व १३ हे भाग गणितावर आहेत.

त्यानंतर गणितसारकर्ता श्रीधर व पद्मनाभ हे दोनच मोठाले गणिती (११५० पर्यंत) होऊन गेले. इ. स. ११५० त भास्कराचार्य यांनीं सिद्धांत शिरोमणि हा ग्रंथ लिहिला. त्या ग्रंथावरून पहातां गणितांत ब्रह्मगुप्तानंतर फारच थोडी प्रगति झालेली दिसते. भास्कराचार्यांचीं दोन पुस्तकें लीलावती व बीजगणित हीं फारच प्रसिद्ध आहेत. भास्कराचार्यांच्या नंतरच्या काळांत प्रसिद्ध गणित्यांचीं नांवें दिसून येत नाहींत.

हिंदु लोक हे पाटीवर धूळ अगर दुसरा तसाच लवकर निघून जाण्यासारखा पदार्थ पसरून त्यावर वेताच्या लेखणीनें लिहित असत. ते डावीकडून उजवीकडे लिहित असत. २५४ त ६६३ मिळवावयाचे असले म्हणजे ते असें म्हणत असत कीं २+६ = ८; ५+६ = ११ (ह्यामुळें ८ चे ९ होतात) व ४+३ = ७; बेरीज ९१७. वजाबाकी ते दोन पद्धतींनीं करीत असत. उदा०५१-२८ म्हणजे ११-८ = ३ व नंतर ४-२ = २, उत्तर २३. अथवा ११-८ = ३ व मग ५-३ = २, उत्तर २३.

गुणाकारांच्या त्यांच्या पुष्कळ पद्धती होत्या. कधीं कधीं ते गुण्यांकाचीं निरनिराळीं गुणक पदें पाडीत असत, व मग प्रत्येकानें क्रमाक्रमानें गुणीत असत. कधीं कधीं ते गुणकाचे निरनिराळे भाग पाडीत असत व त्या निरनिराळ्या गुणाकारांची बेरीज अगर वजाबाकी जसें जरूर असेल तसें करीत असत. गुणक जर एकांकी असेल तर ते गुणाकार असा करीत असत : उदा. ५×५७; ५×५ = २५, ५×७ = ३५, ३ हे पूर्वीच्या २५ त मिळवावयाचे म्हणजे २८५ हें उत्तर आलें. जेव्हां गुणक मोठा असतो तेव्हां त्यांची रीत अशी असे. उदा. ३२४×७५३. प्रथम ह्या दोन संख्या पहिलीचा पहिला आंकडा दुसरीच्या शेवटच्या अंकाच्या डोक्यावर येईल (१) अशा ठेवावयाच्या. नंतर ३ चा ७५३ शीं गुणाकार करावयाचा व मग ते निरनिराळ्या संख्या दुसऱ्याक्रमानें (२) मांडीत असत. मग गुण्य अंक उजवीकडे एक स्थान हलवावयाचे व मग २ नीं गुणावयाचें (३). मग पुढें याच तऱ्हेनें गुण्य आणखी एक स्थान उजवीकडे हलवून नंतर ४ नें गुणावयाचें म्हणजे उत्तर येतें.

(१)	(२)	(३)
३२४	२२५९	२४०९६
७५३	३२४	३२४
	७५३	७५३

ही पद्धत कागदावर उदाहरण करावयाचें असल्यास त्रासदायक होते. कारण कागदावरील आंकडे पुसण्यास अवघड जातें व वेळ मोडतो. ह्यांची गुणाकाराची दुसरी एक पद्धत होती ती खालीं स्पष्ट करून दाखविली आहे.

उ०- १२×७३५,

	७	३	५
१	७	३	५
२	१ ४	६	१ ०
८	८	२	०

हिंदु लोकांच्या भागाकाराच्या पद्धतीविषयीं पूर्ण माहिती अद्याप मिळाली नाहीं. ९ यांनीं जर एखाद्या संख्येला व त्याचप्रमाणें त्या संख्येच्या अंकांच्या बेरजेला भागलें तर बाकी सारखी रहाते हा सिद्धांत हिंदूंनां माहीत होता; व त्यावर त्यांची ताळापद्धति बसविलेली होती. बक्षाली अंकगणिताचे जे कांहीं तुटक भाग उपलब्ध आहेत त्यांवरून आणखी कांहीं माहिती मिळते. अपूर्णांक लिहितांना ते मधल्या भागाकारदर्शक ओळीचा उपयोग करीत नसत. पूर्णांकदर्शक आंकडा हा अंशाच्याहि वर लिहित असत. जसें $\begin{smallmatrix}१\\१\\३\end{smallmatrix}$=१$\begin{smallmatrix}१\\३\end{smallmatrix}$. फ (फलम्) व यु (युतम्) हीं तुल्यतादर्शक व घनदर्शक चिन्हें होतीं. ज्या संख्यांची बेरीज करावयाची असेल त्या एका लंब चौकोनामध्यें मांडीत असत, जसें फ१२[$\begin{smallmatrix}५\\१\end{smallmatrix}$ $\begin{smallmatrix}७\\१\end{smallmatrix}$ यु] म्हणजे $\begin{smallmatrix}५\\१\end{smallmatrix}$+$\begin{smallmatrix}७\\१\end{smallmatrix}$ = १२ अज्ञात राशीहि शून्यानें दर्शविली जात असे. एखादें उदाहरण सोडवावयाचें असलें म्हणजे १ ही शून्य राशि धरीत असत. भास्कराचार्य १ ऐवजीं ३ धरीत असत. ही अज्ञातराशींच्या उपयोगानें उदाहरण सोडविण्याची एक पद्धत झाली. दुसरी पद्धत व्युत्क्रमपद्धत होय. आर्यभट्टानें ह्या पद्धतीचें वर्णन असें केलें आहे:—गुणाकार भागाकार होतो, भागाकार गुणाकार होतो, बेरजेची वजाबाकी होते व वजाबाकीची बेरीज होते. हिंदूंनां त्रैराशिक, सरळ व्याज, चक्रवाढव्याज, मिश्रगणित, नळांचीं उदाहरणें, गणितश्रेढी व भूमितिश्रेढींच्या बेरजा व वर्गमूळ व घनमूळ काढण्याच्या रीती माहीत होत्या.

बीजगणितांत हिंदूंनीं बरीच प्रगति केली होती. ते ज्या संख्यांची बेरीज करावयाची असेल त्या फक्त एकमेकांजवळ ठेवीत असत, जी संख्या वजा करावयाची असेल तीवर एक बिंदु ठेवीत असत, गुणकाच्या पुढें भा हें अक्षर ठेवीत असत, भाजक भाज्याच्या खालीं मांडीत असत, राशीच्या पूर्वी का व करण लिहून वर्गमूळ व घनमूळ दाखवित असत. अज्ञातराशीला ब्रह्मगुप्त यावत्तावत् म्हणत असे. ऋण राशी व करणीगत राशींचें अस्तित्व प्रथम हिंदूंनींच शोधून काढलें. वर्गात्मक समीकरणाचीं दोन उत्तरें असतात हें हिंदूंनांच प्रथम समजलें. हेरॉन $अक्ष^{२}+बक्ष = क$ ह्या समीकरणाचें उत्तर

$$क्ष = \frac{\sqrt{अक + \left(\frac{ब}{२}\right)^{२}} - \frac{ब}{२}}{अ}$$

असें देतो. श्रीधरनें

निराळ्या रूपांत हेंच दिलें आहे. $क्ष = \frac{\sqrt{४अक + व^२} - व}{२ अ}$

डायोफँटसचीं तीन निरनिराळीं समीकरणें $अक्ष^२ + वक्ष = क$; $अक्ष^२ = वक्ष + क$; $अक्ष^२ + क = वक्ष$ हीं हिंदूंनीं एकाच पद्धतीनें सोडविलीं. कारण त्यांनां ऋण राशींची माहिती होती. ऋणराशी व धनराशी ह्यांचा वर्ग धनच असतो, धनराशीचें वर्गमूळ धन अथवा ऋण असतें, ऋणराशीचें वर्गमूळ काढणें शक्य नाहीं ह्या गोष्टी प्रथम भास्कराचार्य यांनीं सिद्ध केल्या. द्विपदकरणीगतराशीचें वर्गमूळ काढण्याची पद्धति प्रथम भास्कराचार्य यांनीं दिली.

$$\sqrt{अ \pm \sqrt{व}} = \sqrt{\frac{अ + \sqrt{अ^२ - व}}{२}} \pm \sqrt{\frac{अ - \sqrt{अ^२ - व}}{२}}$$

त्याचप्रमाणें $\sqrt{अ + व \pm २\sqrt{अव}} = \sqrt{अ} \pm \sqrt{व}$ हीं सूत्रें भास्कराचार्यांनीं दिलीं आहेत. हँकेलचें असें म्हणणें आहे कीं, जर बीजगणित याचा अर्थ अंकगणितांतील कलें सर्व करणीगत अथवा अकरणीगत राशींनां लावावयाचीं असा केला तर हिंदुस्थानांतील ब्राह्मण हेच बीजगणिताचे शोधक समजले पाहिजेत. भूमितींतहि हिंदु मुळींच मागें नव्हते हें शुल्वसूत्रांवरून समजेल.

ब्रह्मगुप्ताचें व हेरॉनचें त्रिकोणाचें क्षेत्रफळ काढण्याचें सूत्र एकच आहे. त्यांच्या भूमितीचा मुख्य भाग क्षेत्रफळविषयक आहे. आर्यभट्टानें π ची किंमत ३.१४१६ इतकी दिली आहे. भास्कराचार्यानें पायथॅगोरसच्या सिद्धांताचें प्रमाण निराळ्याच तऱ्हेनें दिलें आहे. त्रिकोणमितीचा अभ्यास त्यांनीं ज्योतिषाला साहाय्यक म्हणून सुरू केला. त्यांनीं वर्तुळाचे ३६० अंश केले व प्रत्येक अंशाचे ६० भाग पाडले. $२\pi र = २१६००$ असें धरून $र = ३४३८$ असें काढिलें. ते वक्राची दुप्पट घेऊन तिची ज्या मोजण्याऐवजीं प्रथम दुप्पट घेऊन नंतर तिच्या ज्याची निमपट मोजीत असत. साइन हा शब्द संस्कृत ज्यापासून आला आहे त्यांनां २चापीय फलें माहीत होतीं. त्यांनीं ज्यांचें कोष्टक फारच सोप्या रीतीनें तयार केलें आहे. त्यांच्या ज्योतिषाच्या पुस्तकांत त्रिकोणाच्या बाजू अथवा कोण काढण्याच्या पद्धति दिल्या आहेत.

ग्रीक लोकांपूर्वीं गणिताच्या इतिहासाविषयीं निश्चितपणें कांहीं माहिती मिळत नाहीं. मिसरी व बाबिलोनी संख्यागणनापद्धतीविषयीं वगैरे अद्यापि संशोधन चाललेंच आहे. म्हणजे गणिताच्या इतिहासास खरी सुरुवात ग्रीक लोकांपासूनच केली पाहिजे. ह्या इतिहास नीट समजण्यास त्याचे तीन भाग पाडणें सोईचें आहे. हे भाग असे, (१) प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष ग्रीक लोकांचें गणित, (२) मध्यकालीन गणित व (३) अर्वाचीन गणित. पहिल्या भागास आरंभ करण्यापूर्वीं ग्रीक लोकांनां पूर्वींच्या लोकांपासून जें कांहीं ज्ञान मिळालें होतें त्याविषयीं थोडेंसें लिहावयास पाहिजे. त्या कालास प्राचीन काल असें म्हणूं.

प्राचीन काल.

संख्यागणनपद्धति.—संख्यागणनपद्धति व संख्यालेखनपद्धति यांविषयीं सविस्तर विवेचन मागें तिसऱ्या प्रकरणांत आलेंच आहे. बहुतेक सर्व संख्यागणनपद्धती ५, १० अथवा २० ह्यांपैकीं एखाद्या संख्येवर बसविल्या आहेत. याचें कारण शोधण्यास दूर जाणें नलगे. जेव्हां प्रथम मूल मोजण्यास शिकतें तेव्हां तें आपल्या हाताच्या अगर क्वचित् पायाच्या बोटांचाहि उपयोग करतें. जर मनुष्यांच्या बोटांची संख्या भिन्न स्थळीं भिन्न असती तर त्यांच्या संख्यागणनपद्धती भिन्न झाल्या असत्या. हल्लीं सगळीकडे प्रचारांत असलेली पद्धति दहा ह्या संख्येवर बसविलेली आहे. संख्यागणनपद्धतीचा पाया ठरल्यानंतर संख्यालेखनपद्धतीचा विचार सुरू झाला. बाबिलोनी, मिसरी वगैरे लोकांच्या लेखनपद्धती निरनिराळ्या होत्या. ह्या पद्धतींत ते कांहीं चिन्हें एकमेकांशेजारीं मांडीत असत, व कधीं त्या निरनिराळ्या चिन्हांची बेरीज, कधीं गुणाकार व क्वचित् वजाबाकीहि करून ते दिलेली संख्या लिहून दाखवीत असत. साहजिकच ह्या पद्धतीनें मोठाल्या संख्या लिहिण्यास फार त्रास पडत असे. हल्लीं प्रचारांत असलेली संख्यालेखनपद्धति प्रथम हिंदूंनीं उपयोगांत आणिली. ह्या पद्धतींत फक्त नऊच आंकडे असून त्यांनां त्यांच्या स्थानांवरून किंमत येते. ही पद्धति व शून्य हीं हिंदुस्थानांत आर्यभट्टाच्या वेळीं माहीत होतीं असें दिसतें. त्यापूर्वीं नक्की किती दिवस ती माहीत होती हें निश्चित सांगतां येत नाहीं. तथापि दशमानपद्धति ऋग्वेदकालींहि प्रचारांत होती हें वर दिलेल्या उताऱ्यांवरून स्पष्ट होतें. इसवी सनाच्या दुसऱ्या शतकाच्या सुमारास हिंदु लोकांत फक्त ९ आंकडे प्रचारांत होते. त्या वेळेस हिंदुस्थान व अलेक्झांड्रिया यांमध्यें दळणवळण होतें व हिंदू-व्यापाऱ्यांच्या द्वारें ही पद्धति इजिप्तमध्यें गेली असें कोणी मानतात. शून्य हें सहाव्या सातव्या शतकांत हिंदुस्थानांत सररास प्रचारांत होतें, व आठव्या शतकानंतर हिंदूंच्या ९ आंकड्यांचें हल्लींच्या देवनागरी स्वरूपांत रूपांतर झालें. असें एक मत आहे.

मिसरी लोकांचें गणितज्ञान

उदाहरणांचा काल.—आज उपलब्ध असलेला सर्वांत जुना गणितावरील ग्रंथ ब्रिटिश म्युझिअममध्यें आहे. हा पापायरसावर लिहिला आहे. अहमस नांवाच्या एका मिसरी मनुष्यानें त्या वेळीं असलेलें सर्व ज्ञान एकत्र ग्रथित करून ठेवलें आहे असें त्यांत म्हटलें आहे. ह्या ग्रंथाचा काल ख्रि. पू. २०००–१७०० असावा. ह्या लेखावरून त्या लोकांच्या अंकगणित, बीजगणित व भूमिति ह्या विषयांवरील ज्ञानाची आपणांस माहिती होते.

ह्या लेखाच्या एकंदर मांडणीवरून त्या लोकांनां औपपत्तिक ज्ञान थोडें असावें असें वाटतें. ह्यांत कोणत्याहि तत्त्वेचीं प्रमेयें अगर सिद्धांत दिले नाहींत. फक्त कांहीं उदाहरणें करून दाखविलीं आहेत. ह्यावरून सर्वसाधारण सिद्धांत बांधण्यास हरकत नव्हती, पण तसें केलेलें नाहीं.

अहमसनें सुरुवात अपूर्णांकापासूनच केली आहे. त्याच्या अपूर्णांकांचा अंश नेहमीं १ हा असतो. बाबिलोनी लोकांनां अपूर्णांकाची माहिती होती व ते त्यांचा उपयोग करीत होते. पण त्यांच्या अपूर्णांकांचा छेद नेहमीं ६० हा असे. ह्यांत ह्या अपूर्णांकाचे निरनिराळे १ अंश असलेले अपूर्णांक कसे करावे ह्यांचा तक्ता दिला आहे.

नंतर अहमसनें ११ उदाहरणें सोडवून दाखविलीं आहेत. ह्यांत ह्याला एक अव्यक्त राशि असलेली एकवर्ण समीकरणें सोडवावीं लागलीं आहेत.

अहमसनें ७ + ४९ + ३४३ + २४०१ + १६८०७ ह्यांची बेरजि दिली आहे. हें एखाद्या उदाहरणाचें उत्तर असावें.

अनुभवसिद्ध भूमितीला बऱ्याच वर्षांपूर्वी सुरुवात झाली असली पाहिजे. वर्तुळाच्या परिघाचे त्रिज्या लावून ६ भाग करितां येतात हें बाबिलोनी लोकांनां माहित होतें. अहमसच्या ग्रंथांत, समभुज, दीर्घभुज, चौकोनी, द्विसमभुजत्रिकोणी समलंबचतुर्भुजी जमिनीच्या तुकड्यांचें क्षेत्रफळ काढण्याच्या रीती दिल्या आहेत. त्याचप्रमाणें मनोरे, सरूपाकृति, परिमाणें व क्वचित् त्रिकोणभितीचीं मूलतत्त्वें ह्यांविषयीं कांहीं माहिती ह्या पापायरसमध्यें आहे. त्या वेळीं ह्या लोकांनां ज्योतिषावरून उत्तरदक्षिण रेषा बरोबर ठरवितां येत असे. ज्या त्रिकोणाच्या बाजू ३:४:५ ह्या प्रमाणांत आहेत त्यांत एक काटकोण आहे हें ह्या लोकांनां माहित होतें. ह्या लोकांचें सर्व ज्ञान त्यांच्या धर्मग्रंथांत ठेविलेलें असल्यामुळें कोणीहि त्यांत बदल करण्यास धजला नाहीं. ग्रीक लोकांचें असें म्हणणें आहे कीं नाईल नदीच्या वारंवार येणाऱ्या पुरामुळें त्यांनां वारंवार जमीन मोजावी लागत असे; व त्यामुळें त्यांचें भूमितींतील सर्व ज्ञान क्षेत्रफळात्मक आहे.

ग्रीक व रोमन गणितज्ञान

उदाहरणांपासून सिद्धांत.—ग्रीक लोक व मिसरी लोक ह्यांमध्यें व्यापाराच्या संबंधीं दळणवळण सुरू झालें. त्यामुळें पुष्कळसे ग्रीक लोक इजिप्तमध्यें येऊन गणित शिकूं लागले, व लवकरच शिष्यांनीं गुरूवर ताण केली. मिसरी लोकांचें समाधान फक्त उदाहरणें सोडवून होत होतें. पण ग्रीक लोकांचें एवढ्यानें समाधान होईना. त्यांनीं सर्वसाधारण सिद्धांत शोधून काढण्याचा प्रयत्न केला. ग्रीक गणिताचा इतिहास सांगतांना अंकगणित व बीजगणित यांचा इतिहास प्रथम सांगूं व नंतर भूमितीचा इतिहास पाहूं.

ग्रीक लोक हें कबूल करतात कीं अंकगणित व बीजगणित या बाबतींत इजिप्तचे धर्मगुरु हे आमचे शिक्षक होत.

ग्रीक लोकांनीं मिसरी लोकांप्रमाणें फक्त एक हाच अंश असलेल्या अपूर्णांकांचा विचार केलेला नाहीं. पौरस्त्य राष्ट्रांप्रमाणें मिसरी व ग्रीक दोघेहि गणना करण्यास स्थानरेषापटाचा उपयोग करीत असत (आपले लोक धूळपाटीचा उपयोग करीत असत). ह्या पाटीच्या उपयोगानें ते फक्त पूर्णांकांचेच साधे हिशेब करीत असत. पुढें आर्किमीडीझनें ह्या पद्धतीचा उपयोग मोठाले हिशेब करण्याकडे कसा करितां येईल हें दाखविलें. पायथॅगोरसच्या अनुयायांनीं संख्याशास्त्राकडे विशेष लक्ष दिलें आहे. इतकें कीं त्यांनीं जगांतील सर्व वस्तूंची उपपत्ति संख्यांनीं लाविली आहे. रंगाचें कारण ५ ही संख्या, थंडीचें ६ वगैरे. १ ह्या संख्येपासून २ न + १ ह्या संख्येपर्यंत सगळ्या विषम संख्यांची बेरीज १ पूर्ण वर्ग असते हें त्यांनीं शोधून काढलें. प्रमाणाकडेहि त्यांनीं बरेंच लक्ष पुरविलें आहे. जेव्हां अ–ब = क–ड, तेव्हां अ, ब, क, ड ह्या चार राशी गणितश्रेढींत असतात, जेव्हां अ: ब : : ब:क तेव्हां अ, ब, क ह्या राशी भूमितिश्रेढींत असतात वगैरे गोष्टींचा त्यांनीं विचार केला आहे.

युक्लिडचीं ७, ८, ९ हीं पुस्तकें संख्याशास्त्रावर आहेत. ७ व्या पुस्तकांत त्यानें दृढसंख्यांची व्याख्या दिली आहे. युक्लिडची दृढभाजक काढण्याची रीत ही हल्लींच्या प्रमाणेंच भागाकाराची होती. ८ व्या पुस्तकांत त्यानें प्रमाणांत असलेल्या संख्यांचा विचार केलेला आहे. ९ व्यांत त्यानें दृढसंख्या अमित आहेत हें सिद्ध केलें आहे.

हिपसिक्लस व तदुत्तर गणितज्ञ.—हिपसिक्लस (ख्रि. पू. २००–१००) ह्यानें बहुकोणीय संख्या व गणितश्रेढी ह्यांत बरेच शोध लाविले आहेत.

इ. स. १०० मध्यें निकोमॅकसनें एक अंकगणितावर पुस्तक लिहिलें आहे. पुढील सुमारें १००० वर्षें सर्व यूरोपमध्यें ह्याच पद्धतिवर अंकगणिताचीं पुस्तकें लिहिलीं आहेत. ह्याची पद्धत आगमी आहे. पूर्वीची निगमनात्मक होती. ह्यानें बहुकोणीय संख्या, निरनिराळीं परिमाणें, कांहीं श्रेढींच्या बेरजा ह्यांचा विचार केला आहे.

पॅलॅटाईन अन्थॉलॉजि नामक पुस्तकांत ५० कोडीं दिलीं आहेत. हीं सर्व अव्यक्त राशि गृहीत धरून समीकरणाच्या पद्धतीनें सोडविलीं असतां सोपीं आहेत. त्यांतील कांहींचीं उत्तरें अनिश्चित येतात. हें पुस्तक कान्स्टंटाइन धि ग्रेटच्या वेळीं ग्रीक भाषेंत लिहिलें असावें असें वाटतें.

ह्या कोड्यांचा परिणाम डायोफॅंटसवर बराच झाला. हा गणिती ३३०त मरण पावला असावा. ह्याची पद्धति ही शुद्ध पृथक्करणपद्धति आहे. ऋणसंख्येला ऋणसंख्येनें गुणलें असतां धनसंख्या येते हा शोध प्रथम याचाच होय. याला वर्गात्मक समीकरण सोडविण्याची पद्धति माहीत होती, परंतु ती त्यानें आपल्या पुस्तकांत कोठेंहि दिली नाहीं. त्याची शोधक बुद्धि त्यानें सोडविलेल्या अनिर्णीत वर्गात्मक समीकरणांत दिसून येते.

तरी तेथें त्यानें आपली पद्धति स्पष्ट करून दाखविली नाहीं. त्यामुळें त्याच्या शोधाचा संख्याशास्त्राच्या प्रगतीला जेवढा उपयोग व्हावा तेवढा झाला नाहीं.

रोमन लोकांच्या गणनपद्धतीविषयीं जास्त माहिती मिळूं शकते. ते स्थानरेषापटाच्या साह्याय्यानें (पृ. ८८) बेरीज वजावाकी, गुणाकार व भागाकार करीत असत. ही रीत फार अवघड जात असे म्हणून व्हिक्टोरियस नांवाच्या मनुष्यानें एक तक्ता तयार करून त्यांत त्यानें कांहीं गुणाकार व भागाकार दिले होते. बोथिअस (मृ. इ. स. ५२४) नांवाच्या मनुष्यानें निकोमेकसच्या पुस्तकाचें भाषांतर केलें. रोमन लोकांच्या वारसाच्या कायद्यामुळें पुष्कळ अंकगणितविषयक प्रश्न उपस्थित होत असत. त्यांनीं द्वादशांश अपूर्णांकाचा विचार बराच केला आहे. त्यापेक्षां ज्यास्त त्यांनां न करतां येण्याचें कारण लेखनपद्धति पूर्णत्वास पोंचली नव्हती.

आयोनिक पंथ.—ग्रीसमध्यें भूमितीच्या अभ्यासास थेल्स (ख्रि. पू. ६४०–५४६) यानें सुरवात केली. त्यानें ईजिप्तमध्यें असतांना तेथील मनोऱ्यांची उंची त्यांच्या सावलीवरून काढली. म्हणजे याला सरूपत्रिकोणांचे गुणधर्म माहीत होते असें दिसून येतें. द्विसमभुज त्रिकोणाचे पायाजवळील कोण सारखे असतात, वर्तुळाचे कोणत्याहि व्यासानें दोन बरोबर भाग होतात, एका त्रिकोणाची एक बाजू व तिच्या शेजारचे दोन कोण जर दुसऱ्या त्रिकोणाची एक बाजू व तिच्या शेजारचे दोन कोण यांजबरोबर असतील तर दोन त्रिकोण एकमेकांबरोबर असतात, वगैरे सिद्धांत त्यानें शोधून काढले. शेवटील सिद्धांताच्या उपयोगानें तो किनारा व समुद्रांतील जहाज यांजमधील अंतर शोधून काढीत असे. ह्यानें ख्रि. पू. ५०५ मध्यें ज्योतिषाचा अभ्यास सुरू केला व एक सूर्यग्रहण वर्तविलें. हा मोठा व्यवहारज्ञ होता व त्यानें व्यापारावर बरेंच द्रव्य कमावलें होतें. ह्याच्या शिष्यांपैकीं अॅनॅक्सिमँडर व अॅनॅक्झिमेनेस असे दोन ज्योतिषी होऊन गेले. दुसऱ्याचा एक शिष्य अॅनॅक्सॅगोरस ह्यानें वर्तुळाचें क्षेत्रफळ काढण्याचा व π ची किंमत काढण्याचा प्रयत्न केला.

पायथॅगोरियन पंथ.—पायथॅगोरस (या पंथाचा उत्पादक ख्रि. पू. ५६९–५००) याच्या चरित्रक्रमविषयीं उपलब्ध माहिती पूर्वी दिलीच आहे. या पंथांतील लोकांनां आपले शोध व आचार यांची माहिती बाहेर फोडण्याची मनाई होती. त्यांचे बरेच आचार गुप्त होते व त्यामुळें समाजाची त्यांच्यावर लवकरच वक्रदृष्टि झाली. त्याचा परिणाम असा झाला, कीं, स्वतः उत्पादकाला लोकांनीं ठार मारलें. नंतर सुमारें दोन शतकें हा पंथ चालू होता. त्याच्या तत्त्वज्ञानाशीं सध्यां आपणांस कांहीं कर्तव्य नाहीं. काटकोनी त्रिकोणाच्या कर्णाच्या वर्गाबरोबर राहिलेल्या दोन बाजूंच्या वर्गांची बेरीज असते हा सिद्धांत पायथॅगोरसनें शोधून काढिला.

या सिद्धांताचें प्रमाण व भास्कराचार्यांचें प्रमाण हीं एकच असावीत असें म्हणतात. हे लोक भूमिति व अंकगणित यांचा नेहमीं मेळ घालीत असत. ह्यांनीं करणीगत राशींचा शोध लावला. हा शोध त्यांनां समभुज काटकोनी त्रिकोणाचा विशेष अभ्यास करतांना लागला असावा असें वाटतें. त्यांनीं समांतर रेषांच्या गुणधर्मांचा उपयोग करून कोणत्याहि त्रिकोणाच्या कोनांची बेरीज दोन काटकोनांबरोबर असते असें दाखविलें. यांनीं कांहीं क्षेत्रफळविषयक सिद्धांत व कांहीं घनभूमितींतील सिद्धांत शोधून काढले. ह्या लोकांनीं सुद्धां अनुभवसिद्ध ज्ञानापासून प्रयोगसिद्ध ज्ञानापर्यंतचा रस्ता फारच थोडा आक्रमिला आहे. या पंथांतील शेवटचा गणिती आर्किटस हा होय (ख्रि. पू. ४२८–३४७). यानें प्रमाणाची उपपत्ति थोडीशी पुढें नेली व दिलेल्या घनाच्या दुप्पट आकाराचा घन तयार करण्याचा प्रयत्न केला.

सोफिस्ट पंथ.—अथीनियन लोकांनीं इराणी लोकांचा सल्यामिसच्या लढाईंत ख्रि. पू. ४८० त पराजय केला. त्याचप्रमाणें फिनिशियन लोक व यांचे लोक यांची एजियन समुद्रांतून हकालपट्टी केली व त्यानंतर अथीनियन लोकांनां मनमुराद स्वस्थता मिळाली. त्यांची विद्येची अभिरुचि वाढली, त्यांनां गुरूंची आवश्यकता भासूं लागली व ह्यामुळें सोफिस्ट लोक उदयास आले. अथेन्स हें विद्येचें एक केन्द्र बनलें. पायथॅगोरसचे अनुयायी तेथें आले व अॅनॅक्सॅगोरसनें आपल्याबरोबर आयोनिक पंथ तेथें आणला. सोफिस्ट लोक बहुतकरून भाषालंकारशास्त्र, गणित, ज्योतिष व तत्त्वज्ञान हे विषय शिकवीत असत. ह्या लोकांचे गणितांत खालील तीन गोष्टींविषयींच बहुतेक शोध आहेत.

१ कोणत्याहि कोनाचे सारखे तीन भाग करणें.

२ दिलेल्या घनाच्या दुप्पट आकाराचा घन तयार करणें,

३ दिलेल्या वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाच्या एवढ्या क्षेत्रफळाचा चौकोन तयार करणें.

पहिला प्रश्न सोडविणारा हिपिअस (ख्रि. पू. ४६०) हा होय. ह्याच्या रीतीनें एक अतिश्रेष्ठ वक्ररेषा (ट्रान्सेंडेंटल कर्व्ह) काढून दिलेल्या कोनाचे वाटेल तितके सारखे भाग करतां येतात. दुसऱ्या प्रश्नाकडे लोकांचें लक्ष वेधण्याचीं जी निरनिराळीं कारणें दिलीं आहेत त्यांवरून शिल्पकारांनां ही अडचण प्रथम भासली असावी असें दिसतें. हिपॉक्राटेझनें (ख्रि. पू. ४३०) असें शोधून काढलें कीं, जर दिलेल्या दोन राशींमध्यें चालू प्रमाणांत (कंटिन्यूड प्रपोर्शन) असणाऱ्या दोन राशी शोधून काढतां येतील तर ह्या प्रश्नाचें उत्तर येईल. त्याचप्रमाणें अर्धचंद्राकृति वर्तुळाएवढा चौकोन कसा काढावयाचा हें त्यानें दाखविलें. वर्तुळाच्या भूमितीविषयीं त्यानें बरेच शोध लाविले.

ह्याच वेळीं अंटिफोन यानें क्षयरीति (मेथड ऑफ एक्झॉशन) म्हणून एक निराळी पद्धति शोधून काढिली. त्यानें

वर्तुळांत एक चौकोन काढला. त्या चौकोनाच्या प्रत्येक भुजावर एक द्विसमभुजत्रिकोण असा काढला कीं त्याचा शिरोबिंदु त्या वर्तुळावर पडेल. त्या प्रत्येक भुजावर त्यानें पूर्वीप्रमाणेंच एक द्विसमभुजत्रिकोण काढला. ह्याप्रमाणें त्यानें त्या वर्तुळांत अष्टभुज, षोडशभुज, द्वात्रिंशद्भुज, इ० असे बहुकोण काढिले. जसजशी निरनिराळ्या बहुकोणांच्या भुजांची संख्या वाढत गेली तसतसें त्या बहुकोणांचें क्षेत्रफळ हें त्या वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाबरोबर होत गेलें. शेवटीं जेव्हां अमितभुजांचा बहुकोण होईल, तेव्हां त्याचें व वर्तुळाचें क्षेत्रफळ बरोबर होईल. अशा रीतीनें तिसरा प्रश्न सोडवितां येईल. अंटिफोनचें असें म्हणणें असे कीं कोणत्याहि रेषेचे आपणांस असे तुकडे पाडतां येतील कीं त्यापुढें तिचे आणखी तुकडे पाडणें अशक्य होईल. ह्या जो त्याचा सिद्धांत त्यावर त्या वेळीं पुष्कळांनीं आक्षेप घेतले. त्या आक्षेपकांपैकीं झेनो हा होय. त्याचें असें म्हणणें असे कीं जर वरील तऱ्हेचा सिद्धांत गृहीत धरला तर उडणारा पक्षी स्थिर आहे हें आपणांस कबूल करावें लागेल. कारण प्रत्येक क्षणीं तो एकाच जागीं असतो. त्याप्रमाणें अचिलीसला कासव पकडतां आलें नसतें, वगैरे. हा झेनो गणिती म्हणून प्रसिद्ध नाहीं. तो मोठा तर्कशास्त्री होता. अंटिफोनच्या पद्धतीचाच उपयोग करून हिपॉक्राटेझनें दोन वर्तुळांचें क्षेत्रफळ त्यांच्या व्यासांच्या वर्गांच्या प्रमाणांत असतें हें सिद्ध केलें.

प्लेटोपंथ.—पिलोपानिशिअन युद्ध झाल्यानंतर म्हणजे ख्रि. पू. ४०४ पुढें जरी अथेन्सच्या राजकीय सत्तेला उतरती कळा लागली तरी तेथील शास्त्रज्ञान वाढतच होतें. त्याच वेळेस सॉक्रेटिसचा शिष्य प्लेटो (ख्रि. पू ४२९–३४७) हा उदयास आला. त्याचा गुरु गणितास तुच्छ लेखित असे. परंतु प्लेटोनें स्वतः पुष्कळ प्रवास केला व त्या प्रवासांत त्याची पुष्कळ गणित्यांशीं मुलाखत होऊन त्याला गणिताची गोडी लागली. तो परत आल्यावर त्यानें एक गुरुकुल काढलें; व राहिलेलें आयुष्य त्यानें अध्यापनांत घालविलें. त्याच्या गुरुकुलाच्या द्वारावर "ज्याला भूमितीचीं मूलतत्त्वें माहीत नाहींत त्यानें आंत प्रवेश करूं नये" असें वाक्य खोदलेलें होतें. ह्यानें गणिताच्या अभ्यासास जोराची चालना दिली. निरनिराळ्या शब्दांच्या व्याख्या करण्यास त्यानें सुरुवात केली, व पृथक्करणपद्धति अमलांत आणिली. ही पद्धत अशीः सिद्ध करावयास सांगितलेली गोष्ट गृहीत धरून त्यापासून अनुमानानें एका सर्वसंमत तत्त्वास येऊन पोंचावयाचें. त्याच्या पंथांतील लोकांनीं घनभूमितीचा अभ्यास बराच केला. (पृ. २५० पहा)

प्लेटो ते युक्लिड.-ह्याच वेळचा दुसरा मोठा गणिती युडॉक्सस ह्यानें मध्यप्रमाणदर्शक परिच्छेदविषयक पुष्कळ सिद्धांत शोधून काढले व एकंदर सिद्धांतांची संख्या बरीच वाढविली. त्यानें क्षयपद्धतीचा अभ्यास बराच करून त्यायोगें घनभूमितींतील सिद्धांत सिद्ध केले. त्यांतील मुख्य असेः कोणत्याहि सूचीचें घनफळ सारख्या आकाराच्या व सारख्या उंचीच्या त्रिपार्श्वाच्या घनफळाच्या एकतृतीयांशाबरोबर असतें व त्याचप्रमाणें शंकूचें घनफळ वर्तुळस्तंभाच्या किंवा वृत्तचितीच्या तृतीयांशाबरोबर असतें, व दोन गोलांचें क्षेत्रफळ त्यांच्या त्रिज्येच्या घनाच्या प्रमाणांत असतें.

युडॉक्ससच्या शिष्यांत मॅनेक्मस (ख्रि. पू. ३७५–३२५) हा प्रसिद्ध होता. हा अलेक्झांडरचा भूमितिविषयांत गुरु होता. शंकुच्छेदाच्या अभ्यासास प्रथम ह्यानें सुरुवात केली. त्याचप्रमाणें त्यानें शंकुच्छेदांच्या उपयोगानें द्वित्तघनाचा प्रश्न दोन रीतींनीं सोडवितां येतो हें दाखविलें. ॲरिस्टॉटल हा (ख्रि. पू. ३८४–३२२) मुख्यत्वेंकरून तत्त्वज्ञानी म्हणून प्रसिद्ध आहे, तरी पण गतिशास्त्र, व पदार्थविज्ञानशास्त्र ह्यांचा त्यानें अभ्यास केला होता. व त्याच्या नांवावर यंत्रशास्त्रांतील कांहीं प्रश्न या नांवाचें एक पुस्तक प्रसिद्ध आहे. त्यांत प्रेरणासमांतरभुजचौकोनाचें गतिशास्त्रीय प्रमाण दिलें आहें, व त्याचप्रमाणें प्रेरणेची वाढ व वेगाचा क्षय हीं सारख्या प्रमाणांत असतात हें तत्त्व सांगितलेलें आहे. ह्यानंतर ग्रीसमध्यें नांव घेण्यासारखे गणिती झाले नाहींत.

ख्रि. पू. ३३८ त अथेन्स शहर फिलिपनें जिंकलें व अथेन्सची सत्ता लयास गेली, व त्याच वेळीं अलेक्झांड्रिया हें विद्येचें माहेरघर बनूं लागलें. ख्रि. पू. ३०० मध्यें युक्लिड हा मोठा गणिती झाला. त्या वेळीं पहिला टॉलेमी राजा होता. युक्लिड हा प्लेटोचा मोठा भक्त होता. राजानें भूमिति शिकण्यास दुसरा सोपा मार्ग आहे काय असें विचारलें असतां युक्लिडनें निस्पृहपणें उत्तर दिलें कीं 'येथें राजमार्ग नाहीं.' (पृ. ३३७ पहा)

युक्लिड.-युक्लिडनें गणित व पदार्थविज्ञानशास्त्र यांवर बरेच ग्रंथ लिहिले. पण त्याची ख्याति त्याच्या भूमितीचीं मूलतत्त्वें या ग्रंथावर मुख्यत्वेंकरून अवलंबून आहे. या ग्रंथाचा बराचसा भाग त्यानें पूर्वीच्या लोकांपासून घेतला आहे. त्याचें मुख्य काम म्हटलें म्हणजे त्याला जें जें सांपडलें तें तें त्यानें पद्धतशीरपणें लिहून ठेवलें. त्याच्या मांडणींत कोठें कोठें चुका आढळून येतात पण एकंदरींत ह्यांतील बराचसा भाग शुद्ध आहे. १८७७ मध्यें ज्या वेळीं इंग्लंडमध्यें शास्त्रांच्या अभ्यासाच्या प्रगतीसाठीं उपाय योजण्याकरितां मंडळी जमली होती त्या वेळीं त्यांनीं आपलें असें मत दिलें कीं, आतांपर्यंत युक्लिडची जागा घेणारा दुसरा ग्रंथ निर्माण झाला नाहीं. युक्लिडचें समांतररेषाविषयक गृहीत कृत्य अत्यंत महत्त्वाचें आहे. त्याचें १० वें पुस्तक आश्चर्यचकित करून टाकणारें आहे. त्यांत त्यानें $\sqrt{\sqrt{अ}+\sqrt{ब}}$ ह्या राशीनें दाखविल्या जाणाऱ्या सर्व रेषांचा विचार करून त्यांची संख्या २५ आहे असें दाखविलें आहे. ह्या पुस्तकांतील बराचसा भाग त्याचा स्वतःचा आहे. त्याला एखादी आकृति काढावयाची असल्यास ती काढणें शक्य आहे हें तो प्रथम सिद्ध करतो व मग ती काढावयास आरंभ करतो. हल्लीं तशी पद्धत नाहीं. त्याचप्रमाणें ह्यांच्या पुस्तकांत प्लेटोच्या आकृतींना

मुळींच महत्त्व दिलेलें नाहीं; व त्यांचा मापनावर फारच जोर आहे. त्याचा दुसरा महत्त्वाचा ग्रंथ ' डेटा ' (दिलेल्या गोष्टी) हा होय. ह्या ग्रंथास ' एलिमेंट्सचा ' (मूलतत्त्वें) अभ्यास पुरा झाल्यावर आरंभ करावयाचा असें दिसतें. युक्लिडचे दुसरे पुष्कळ अप्रसिद्ध ग्रंथ असावेत असें वाटतें. त्याच काळीं अर्किमीडीझ व अपोलोनिअस उदयास आले.

अर्किमीडीझच्या आधीं अरिस्टार्कस नांवाचा एक गणिती होऊन गेला. (ख्रि. पू. ३१०–१५०). ह्यानें विश्वाचें केंद्र सूर्य आहे व पृथ्वी त्याभोंवतीं फिरते असें प्रतिपादिलें पण हें म्हणणें लोकांस पटलें नाहीं. त्याचे सूर्य व चंद्र ह्यांच्या आकाराचे व अंतराचे सिद्धांत तत्त्वदृष्ट्या खरे आहेत. त्यानें सूर्याचें पृथ्वीपासूनचें अंतर काढलें होतें. यावद्दल माहिती पूर्वी दिलीच आहे. (पृ. ३२७)

आर्कीमीडीझ (ख्रि. पू. २८७-२१२)-यावद्दलहि वरीचशी माहिती पूर्वी येऊन गेली आहे(पृ. २५७) ह्याचें वर्तुलमापनावरील पुस्तक माहितीनें परिपूर्ण आहे. $३\frac{१}{७} > \pi > ३\frac{१०}{७१}$ हें त्यानें शोधून काढलें. वर्तुळाच्या परिघाचा कोणताहि भाग हा त्याच्या ज्यापेक्षां मोठा असतो हें त्यानें गृहीत धरलें व मग त्यावर आपला सिद्धांत रचला. असें करण्यास आतांपर्यंत कोणीहि धजला नव्हता. घनभूमितींत बरेच सिद्धांत त्यानें शोधून काढिले. त्यानें गोल व वृत्तचिति यावर एक पुस्तक लिहिलें आहे; व त्यानें त्यांत असें सिद्ध केलें आहे कीं कोणत्याहि गोलाचा पृष्ठभाग व घनफल हीं त्या गोलाभोंवतीं जी वृत्तचिति काढतां येईल तिच्या पृष्ठभागाच्या व घनफळाच्या $\frac{२}{३}$ असतात. ह्या सिद्धांताची आकृति आपल्या थडग्यावर कोरली जावी ही त्याची इच्छा रोमन सेनापति मार्सेलस यानें शेवटास नेली. ह्यानें भूमितिशास्त्रांत १३ नवीन सिद्धांत वसविले. त्यानें शंकुच्छेदांचे कांहीं गुणधर्म शोधून काढिले. त्यानें सर्पवक्र (स्पायरल) वर एक पुस्तक लिहिलें आहे; व त्यांत त्यानें त्याच्या बहुतेक गुणधर्मांचा विचार केला आहे. त्यानें स्थितिशास्त्रावर एक पुस्तक लिहिलें आहे व १५८६ पर्यंत तेंच पुस्तक पुष्कळांशीं प्रमाण मानलें जात असे. जलस्थितिशास्त्रांत गणिताच्या ज्ञानाचा उपयोग प्रथम त्यानें केला. कोणत्याहि पदार्थाचें पाण्यांत वजन केलें असतां तें वजन त्या पदार्थाच्या खऱ्या वजनापेक्षां त्यानें स्थानच्युत केलेल्या पाण्याच्या वजनानें कमी भरतें हें तत्त्व त्यानें शोधून काढलें व ह्याच्या योगानें त्यानें राजमुकुट घडविणाऱ्या सोनाराची लुचेगिरी उघडकीस आणिली. वगैरे गोष्टी पूर्वी दिल्याच आहेत (पृ. २६०)

अपोलोनियस.—हा अर्किमीडीझ नंतर सुमारें ४० वर्षांनीं पुढें आला. ह्याचें शंकुच्छेदावरील पुस्तक प्रसिद्ध आहे. ह्या पुस्तकाचे ८ भाग आहेत. त्याच्यानंतर शंकुच्छेदविषयक शोध फारच थोडे राहिले. त्यानें दिलेल्या तीन वर्तुळांनां स्पर्श करणारें वर्तुळ कसें काढावयाचें हें दाखविलें व ही रीत अजून त्याच्या नांवानें प्रसिद्ध आहे. अपोलोनिअसच्या नंतर व इसवी सनाच्या पूर्वी कांहीं गणिती होऊन गेले.

अपोलोनिअसनंतरचे व अरबांपूर्वींचे गणितज्ञ.— एराटॉस्थिनीझ (ख्रि. पू. २७५–१९४) हा फलज्योतिषी होता. त्यानें द्वित्तघन तयार करण्याचें एक यंत्र तयार केलें व मूलसंख्येचा तक्ता कसा तयार करावयाचा याविषयीं एक नियम प्रसिद्ध केला. याविषयीं पूर्वी माहिती आलीच आहे. (पृ. ३३१ पहा).

हिपसिक्लस हा ख्रिस्तपूर्व दुसऱ्या शतकांत होऊन गेला. यानें युक्लिडचें चौदावें पुस्तक लिहिलें असें म्हणतात.

हिप्पार्कस (ख्रि. पू. १२०) हा प्रसिद्ध ज्योतिषी होता. ह्याची अपचक्राची (एपिसायकल) उपपत्ति प्रसिद्ध आहे. ह्यानें त्रिकोणमितीचें नवीन शास्त्र निर्माण केलें व त्रिज्येचा एक तक्ता तयार केला. ह्यानें १२ पुस्तकें लिहिलीं होतीं. ती अनुपलब्ध आहेत. या संबंधींहि माहिती पूर्वी आलेलीच आहे (पृ ३३४ पहा).

त्यानंतर हेरॉन म्हणून एक गणिती होऊन गेला. त्याचा कालनिर्णय नक्की झाला नाहीं. ह्याच्या डायोपॅट्रा पुस्तकांत ह्यानें त्रिकोणाचें क्षेत्रफळ काढण्याची रीति दिली आहे.

$$\triangle = \sqrt{\frac{\text{अ}+\text{ब}-\text{क}}{२}\cdot\frac{\text{अ}-\text{ब}+\text{क}}{२}\cdot\frac{-\text{अ}+\text{ब}+\text{क}}{२}\cdot\frac{\text{अ}+\text{ब}+\text{क}}{२}}$$

हें सूत्र अजून त्याच्याच नांवानें चालत आहे. ह्यानें आपली बुद्धि निरनिराळ्या प्रकारचीं यंत्रें शोधून काढण्यांत खर्च केली.

इजिप्त हें रोमन साम्राज्यांत जसजसें अंतर्गत होत चाललें तसतसा पूर्व व पश्चिम ह्यांचा संगम दृढ होत चालला. ह्या काळांत गणितशास्त्राचा अभ्यास जोरांत सुरू झाला व खालीं दिलेले निरनिराळे गणिती होऊन गेले.

मेनेलॉस (इ. स. ९८) नें त्याच्या नांवानें चालत असलेला सरल भूमितींतला सिद्धान्त शोधून काढला, व त्याला अनुरूप असलेला सिद्धांत गोलीय भूमितींत सिद्ध करून दाखविला. ह्यानंतर सेरेनस नांवाच्या एका गणित्यानें एक नवीन सिद्धांत सरलभूमितींत शोधून काढला.

इ. स. १३९ च्या सुमारास टॉलेमी हा प्रसिद्ध ज्योतिषी होऊन गेला. त्यानें अल्माजेस्ट नांवाचें एक पुस्तक लिहिलें. त्यानें वर्तुळाचे ३६० भाग करून, त्या प्रत्येकाचे ६० व पुन्हा त्या प्रत्येकाचे ६० असे भाग केले व गणिताचें काम बरेंच सोपें केलें. ह्यानेंहि हिप्पार्कसप्रमाणें त्रिज्यांचा एक तक्ता तयार केला. सरल भूमितींत त्याच्या नांवानें प्रसिद्ध असलेला सिद्धांत त्यानें शोधून काढला. समांतर रेषा गृहीतकृत्य सिद्ध करण्याचा त्यानें प्रयत्न केला पण त्यांत त्याला यश आलें नाहीं. त्रिकोणमितीचें शास्त्र त्यानें बरेंच पूर्णत्वास नेलें याबद्दलची माहिती ज्योतिःशास्त्रांत पूर्वी आली आहे (पृ. ३३७ पहा).

पॅपस (इ. स. ३००–३७०) यानें पुष्कळ ग्रंथ लिहिले. पण त्यांपैकीं उदाहरणसमुच्चय नांवाचा एकच ग्रंथ अपूर्ण स्थितींत हयात आहे. त्यांत त्यानें उपलब्ध असलेल्या गणितज्ञानाचें पृथक्करण रीतीनें सार काढलें आहे, व त्यामुळें गणिताच्या प्रगतीला बरीच मदत झाली आहे. ह्यांतील बरीच माहिती विश्वसनीय आहे. ह्या पुस्तकांत पॅपसनें स्वतः शोधून काढलेले कांहीं सिद्धांत आहेत, ते अद्याप त्याच्या नांवानें चालत आहेत.

ह्यानंतर थीऑनेनें (इ. स. ३७०) युक्लिड व अल्माजेस्ट या ग्रंथांवर ऐतिहासिक टिपणासहित टीका लिहिल्या; त्या फारच उपयुक्त आहेत. ह्याची मुलगी हिपॅटिआ एक विदुषी व प्रसिद्ध अध्यापिका होती.

विशदता, निश्चित कल्पना व युक्तिवाद करतांना दिसून येणारी सूक्ष्म बुद्धि हे ग्रीक लोकांचे गुण कोणासहि आश्चर्यचकित करून टाकतात. त्यांच्या कालाच्या दृष्टीनें त्यांचे दोष पाहूं जातां ते जवळ जवळ दिसतच नाहींत. त्यांनां ऋण व धन राशी रेषांनीं दाखवितां येत नसल्यामुळें सर्वसाधारण सिद्धांत देतां आले नाहींत.

रोमन लोक युद्धकलेंत व राज्यकलेंत अतिश्रेष्ठ होते, पण तत्त्वज्ञान, काव्य वगैरे गोष्टींत ते ग्रीक लोकांची नक्कल करीत असत. पण गणितांत त्यांनीं एवढेंहि केलें नाहीं. मग प्रगतीची गोष्ट तर दूरच.

अरब लोकांचें गणितज्ञान

महमुद मक्केहून मदिनेस गेल्यानंतर सुमारें १२० वर्षांनीं बगदाद येथें हिंदूंच्या शास्त्रांच्या अध्ययनास सुरुवात झाली. (८१३–८३३) ह्या कालीं महमुद इबन मुसा अलख्वारिझ्मी ह्यानें एक अंकगणित लिहिलें. ह्यांत हिंदूंची अगाध कल्पकता ग्रंथकर्त्यानें उत्तम रीतीनें दाखविली आहे. कालांतरानें अरबलोकांच्या वरचें हिंदूंचें बौद्धिक वर्चस्व जाऊन त्या ऐवजीं ग्रीक लोकांचें बसूं लागलें. ह्याच गृहस्थानें एक बीजगणित लिहिलें. ह्याचें नांव अलशब्रवल मुकाब्ल असें होतें ह्यावरूनच या शास्त्रास अलजिब्रा असें नांव पडलें. ह्यांत हिंदूंच्या व ग्रीकलोकांच्या ज्ञानाची खिचडी आहे. अरबलोकांनीं वर्गात्मक व घनात्मक समीकरणें भूमितीच्या पद्धतीनें कशीं सोडवावयाचीं हें दाखविलें आहे. घनात्मक समीकरणांचीं मूळें परस्परांस छेदणाऱ्या शंकुच्छेदांच्या सहाय्यानें त्यांनीं काढून दाखविलीं. अल्क्युरेशीनें खालील श्रेढी त्यांच्या बेरजांसकट दिल्या आहेत.

$$१^२ + २^२ + ३^२ \cdots + न = \frac{२ब+१}{३}(१+२+३+\cdots+न)$$

$$१^३ + २^३ + ३^३ + \cdots + न^३ = (१+२+३+\cdots+न)^२$$

इ. स. ६४० मध्यें अलेक्झांड्रिया उध्वस्त झाल्यानंतर पूर्वेकडे ग्रीक लोकांची विद्या अरबलोकांनीं संभाळून ठेविली. त्यांनीं ग्रीक पुस्तकांचीं आपल्या भाषेंत भाषांतरें करण्यापलीकडे विशेष कांहीं केलें नाहीं. अलख्वारिझ्मीनें भूमितीवर जें कांहीं थोडें बहुत लिहिलें आहे त्यावरून त्याजवर असलेला ग्रीक भूमितीचा पगडा दिसून येतो. अरब लोकांनीं त्रिकोणमितीचा अभ्यास बराच केला व घनात्मक समीकरण भूमितीच्या पद्धतीनें कसें सोडवावयाचें हें दाखविलें. गोलीय त्रिकोणमितींत त्यांनीं कांहीं सूत्रें नवीन बसविलीं. अलबाटेग्निअसनें

$$\frac{ज्याङ}{कोटिज्याङ} = द \text{ ह्यावरून } ज्याङ = \frac{द}{\sqrt{१+द^२}} \text{ हें काढून } ङ$$

ची किंमत काढली. हें ग्रीक लोकांनां यापूर्वीं माहित नव्हतें. त्याचप्रमाणें कोटिज्याअ = कोटिज्याब.कोटिज्याक + ज्याब.ज्याक.कोटिज्याअ हेंहि सूत्र त्यानेंच बसविलें. अबुल वाफानें ज्यांचा एक तक्ता तयार करून त्यांत अर्ध्या अंशाच्या ज्यांचीं मुद्दां दशांशाच्या ९ स्थलांपर्यंत किंमत दिली आहे. त्यानेंच स्पर्शज्या हें फल नवीन प्रचारांत आणलें व त्याचा तक्ता तयार केला. त्यानंतर नासिर एदिन ह्यानें त्रिकोणमितींत इतकी प्रगति केली कीं, यूरोपमधील कांहीं लोकांनां हे अरब लोकांचे शोध माहित होते व ते त्यांनीं आपलेच म्हणून प्रसिद्ध केले असें कांहीं लोकांचें म्हणणें आहे.

स्तिमित व मध्ययुगांतील पाश्चात्य गणितज्ञान.

लिबनिझ बर्नोलीपूर्वींची गणिताची वाढ.— युरोपमध्यें गणिताचा प्रसार रोममधून झाला. इसिडोरस (५७० – ६३६) ह्यानें स्पेनमध्यें एक लहानसा ज्ञानकोश लिहिला त्यांत गणितचतुष्कावर एक भाग आहे. ह्यानंतर बेडे नांवाच्या एका इंग्रज भिक्षूनें (६७२ – ७३५) ईस्टरची वेळा काढण्याची व बोटानें मोजण्याची रीत दिली. त्यानंतर अलकुइन (७३५ – ८०४) नांवाचा एक तत्त्वज्ञ होऊन गेला. तो शार्लमनच्या पदरीं राहून शिक्षणाचीं सर्व सूत्रें चालवीत होता. त्यानें बुध्दीला चापल्य देण्याकरितां कांहीं उदाहरणांचा समुच्चय दिला आहे. शार्लमनचें साम्राज्य लयाला गेल्यानंतर शास्त्रीय विषयाकडे बरेच दिवस लोकांनीं लक्ष दिलें नाहीं. १० व्या शतकांत गरबर्ट यानें गणिताच्या अभ्यासास पुनः सुरुवात केली. ह्यानें दोन पुस्तकें लिहिलीं आहेत. पहिल्या पुस्तकांत स्थानरेषापटाचा उपयोग कसा करावयाचा व दुसऱ्यांत भागाकार कसा करावयाचा हें दिलें आहे. हा १००३ मध्यें वारला. १२ व्या शतकाच्या सुमारास अलबाटेग्निअसच्या व अलख्वारिझ्मीच्या पुस्तकांचीं भाषांतरें लॅटिन भाषेंत झालीं. हळूहळू स्थानरेषापटाच्या उपयोगानें उदाहरणें करण्याची पद्धत जात चालली व त्याऐवजीं हिंदूंची गणनापद्धति अमलांत येऊं लागली. बाराव्या शतकाच्या शेवटीं इटालींत लिओनार्डो नांवाचा एक गणिती होऊन गेला. त्याला सर्व गणनापद्धतींत हिंदूंची गणनापद्धति उत्तम आहे असें आढळून आलें व ती तो अरबांपासून शिकला. त्यानें लिबर अब्याकी नांवाच्या पुस्तकांत अरबांकडून उपलब्ध झालेल्या सर्व ज्ञानाचा समावेश करून ठेवला आहे.

हें पुस्तक म्हणजे त्या वेळच्या गणितज्ञानाचें एक भांडारच होय. त्याचप्रमाणें हिंदूंची अंकलिपी ही इटलीमध्यें सर्वोत्कृष्ट म्हणून ठरली. जर्मनी, फ्रान्स व इंग्लंड ह्या देशांत ती १५ व्या शतकाच्या अगोदर फारशी प्रचारांत नव्हती. अरबी ज्ञानाचा प्रकाश यूरोपमध्यें पडण्यापूर्वी तेथील लोकांचें भूमितीचें ज्ञान ख्रि. पू. ६०० मध्यें असलेल्या इजिप्तच्या ज्ञानापेक्षां जास्त नव्हतें. बाराव्या शतकांत यूरोपमध्यें ज्ञानलालसेची लाट जोरानें उसळली. अथीलार्ड नांवाच्या एका इंग्रज यतीनें आशिया मायनर, इजिप्त, स्पेन वगैरे देशांत मुसुलमान लोकांचें ज्ञान मिळविण्याकरितां प्रवास केला. त्यानें युक्लिड वगैरे पुस्तकांचीं लॅटिनमध्यें भाषांतरें (११२०) केलीं. सर्व ग्रीक गणिताच्या पुस्तकांचें भाषांतर आरबी भाषेंतूनच लॅटिनमध्यें झालें ही लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट आहे. सुमारें ११७५ मध्यें लिओनार्डोनें बीजगणितांत बरेच शोध लाविले. त्याला युक्लिड अवगत होतें. त्यानें चितीच्या कर्णरेषेचा वर्ग हा तीन बाजूंच्या वर्गांच्या बेरजेबरोबर असतो; त्रिकोणाच्या मध्यगत रेषा ह्या एका बिंदूंत मिळतात वगैरे गोष्टी सिद्ध केल्या. ह्याच सुमारास जर्मनींत जोर्डानस हा गणिती होऊन गेला. ह्यानें कोणाचे तीन सारखे भाग करण्याची रीत दिली आहे. ह्यानें बीजगणितांत ज्ञात व अज्ञात राशी अक्षरानें दाखविण्यास प्रथम सुरुवात केली. त्यानंतर थॅामस ब्रॅडवाईन (१५९०-१६४९) हा गणिती होऊन गेला. ह्याचें शिक्षण ऑक्सफर्ड येथें झालें व तेथेंच तो अध्यापक झाला. त्यानें कोस्पर्शज्या हें चापीय फल अमलांत आणलें. ह्या काळीं कोणत्याहि विश्वविद्यालयांत गणिताचा अभ्यास मनापासून केला जात नसे.

शुद्धगणिताची सोळाव्या शतकांतील प्रगति.— सोळावें शतक हें एक क्रांतिशतकच होतें. ह्याच शतकांत यूरोपनें धार्मिक गुलामगिरी झुगारून दिली. छापण्याची कला अवगत झाल्यामुळें ज्ञानप्रसाराच्या कामास फारच मदत झाली. लोक सर्व बाबतींत स्वतंत्र रीतीनें विचार करूं लागले; व हीच स्वतंत्र विचारमाला गणितांतहि दिसून येते. ल्युकस पॅसिओली ह्यानें १४९४ त सम्माडी अरिथमेटिका नांवाचा एक ग्रंथ लिहिला. त्यांत अंकगणित, बीजगणित व भूमिति ह्या विषयांवर तीन भाग लिहिले. यानंतर टार्टॅगिलया (१५००-१५५७) हा गणिती झाला. ह्याची बुद्धिमत्ता असाधारण होती. यानें गुणाकाराच्या सात व भागाकाराच्या तीन निरनिराळ्या रीती दिल्या आहेत. याला क्ष³ + पक्ष = र हें घनात्मक समीकरण सोडविण्याची पद्धति माहीत होती. कार्डननें (१५०१-१५७६) आर्सम्याग्ना नांवाचा एक प्रसिद्ध ग्रंथ लिहिला. यानें प्रथमच समीकरणाचीं ऋण व काल्पनिक मूळें यांचा विचार करण्यास सुरुवात केली व पैकीं दुसरीं मूळें हीं नेहमीं जोडीजोडीनें असतात हें सिद्ध केलें. ह्या पुस्तकांत घनात्मक समीकरण सोडविण्याची पद्धत दिली आहे. ती त्याला टार्टॅगिलयाकडून समजली होती. त्याचा शिष्य फेरारि ह्यानें चतुर्घातात्मक समीकरण सोडविण्याची पद्धत शोधून काढली व ती ह्या पुस्तकांत प्रसिद्ध केली आहे. १४८९ मध्यें जॉन विडमननें (जर्मनींत) एक अंकगणितावर पुस्तक लिहिलें. त्यांत प्रथम + व — चिन्हें दृष्टोत्पत्तीस येतात. यानंतर स्टीफेल (१४८६—१५६७) हा दुसरा जर्मन गणिती झाला. ह्यानें अज्ञातराशी निरनिराळ्या अक्षरांनीं दाखविण्याचा प्रघात पाडला. त्याचप्रमाणें हा १ अ, १ अअ, १ अअअ वगैरेंनीं अनुक्रमें अज्ञात राशी, तिचा वर्ग, तिचा घन वगैरे दाखवित असे. फ्रान्समध्यें व्हीएटा (१५४०-१६०३) म्हणून एक प्रसिद्ध गणिती झाला. हा कांहीं दिवस वकिली करीत होता; पण पुढें त्यानें स्वतःस गणितविषयास वाहून घेतलें. त्यानें बीजगणितावर व भूमितीवर पुष्कळ पुस्तकें लिहिलीं. त्यानें, दिलेल्या समीकरणाच्या मूळांच्या पेक्षां एखाद्या संख्येनें अधिक, अथवा एखादी पट मूळें असलेलें समीकरण काढण्याची पद्धत दिली आहे. तो घनात्मक समीकरण असें सोडवीत असे. उदा० $क्ष^3+३ अक्ष = २ब^3$. नंतर $क्ष = \frac{अ}{य} - य$ असें गृहीत धरावयाचें. म्हणजे $य^6+२ब^3य^3 = अ^3$ असें येतें. यावरून य ची किंमत काढावयाची; व नंतर क्ष ची काढावयाची. चतुर्घात समीकरण सोडविण्याची त्याची पद्धत फेरारी सारखीच होती. यानंतर जिरार्डनें (१५९५-१६३२) प्रथम कंसांचा उपयोग करण्यास सुरुवात केली. नेपिअर (१५५०-१६१७) यानें घातगणिताचा शोध लाविला. गुणाकार व भागाकार थोडक्यांत करण्याचा ह्याचा सतत प्रयत्न होता व घातगणनाचा शोध हा त्याचाच परिणाम होय. ह्यानें गुणाकार व भागाकार करणारें यंत्र शोधून काढलें. गोलीय त्रिकोणमितींत त्यानें कांहीं सूत्रें नवीन बसविलीं. ब्रिग्जनें (१५६१—१६३१) घातगणिताचा एक तक्ता तयार केला व त्यायोगें घातगणिताचा उपयोग करण्यास फार सोपें जाऊं लागलें. हा ऑक्सफोर्ड येथें भूमितीचा अध्यापक होता. ह्यानें अंकगणितांत दशांश अपूर्णांकास प्रथम सुरुवात केली. हा २५.३७ ही संख्या २५<u>३</u>७ अशी लिहीत असे. हॅरिअट (१५६०-१६२१) नें बरेंच आयुष्य सर वाल्टर रालेबरोबर अमेरिकेंत गेलें. ह्यानें $>$ व $<$ हीं चिन्हें प्रथम उपयोगिलीं. ऑट्रेडनें (१५७५-१६६०) १६३१त अंकगणितावर एक पुस्तक लिहिलें. त्यांत त्यानें ×, : : हीं चिन्हें प्रथम प्रचारांत आणिलीं. येथपर्यंत शुद्ध गणिताविषयीं विचार झाला.

मिश्रगणिताची मध्ययुगांतील वाढ.—मिश्रगणिताविषयीं पाहूं गेलें असतां आर्किमीडीझनंतर फारशी प्रगति झालेली दिसत नाहीं. स्टेव्हिनसनें (१५४८-१६२०) स्थितिशास्त्र व जलस्थितिशास्त्र यांवर १५८६त फ्लेमिशभाषेंत एक ग्रंथ लिहिला. त्यांत त्यानें प्रेरणात्रिकोणाची प्रतिज्ञा सांगितली व त्यावर सर्व पुस्तक रचिलें.

गॅलिलीओनें (१५६४–१६४२) गतिशास्त्राचा पाया घातला. त्यानें निरनिराळे प्रयोग करून गतिशास्त्राची मूलतत्त्वें प्रस्थापित केलीं. १५९२त त्याला पादुआ येथील विश्वविद्यालयांत अध्यापक नेमलें. तथापि गतिशास्त्रांतील प्रसिद्ध तीन नियम न्यूटनच्या वेळेपर्यंत कोणी सिद्धांतरूपांत मांडूं शकला नाहीं. त्यानें स्थितिशास्त्र व जलस्थितिशास्त्र यांजवरहि पुस्तकें लिहिलीं. हा प्रसिद्ध ज्योतिषीहि होता. १६०९ मध्यें त्यानें दुर्बीण शोधून काढिली. पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते अशी त्याची खात्री झाली होती इत्यादि माहिती पूर्वी दिलीच आहे (पृ. ३४५-५०७).

केप्लर (१५७१–१६६०) हा एक प्रसिद्ध जर्मन ज्योतिषी होता. १६०४ मध्यें त्यानें शंकुच्छेदावर एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें. त्यांत त्यानें अखंडतेचें तत्त्व (प्रिन्सिपल ऑफ कन्टिन्यूइटि) प्रतिपादन केलें. ज्योतिषांत त्यानें ग्रहांच्या गतीचे नियम प्रसिद्ध केले वगैरे माहिती ज्योतिषशास्त्राच्या इतिहासांत दिलीच आहे. हे नियम सिद्ध करण्यास त्यास प्रथम अतिशय प्रयास पडले. व ह्यांत त्याला त्याचा गुरु टायकोब्राहे ह्याच्या वेधांचा बराच उपयोग झाला. डेसार्ग्यु (१५९३—१६६२) नें भूमितींत प्रत्यालेखकपद्धति नवीन शोधून काढिली. हा एक फ्रेंच गृहस्थ होता. पुढें लवकरच डेकार्टेची कलनभूमिति प्रसिद्ध झाल्यामुळें ह्या प्रत्यालेखनाच्या शोधाला महत्त्व नाहींसें झालें. म्हणजे सतराव्या शतकाच्या आरंभीं अंकगणित, बीजगणित, त्रिकोणमिति व समीकरणोपपत्ति हीं आज आपणांस ज्या स्थितींत दिसतात त्याच स्थितींत जवळजवळ त्या वेळीं माहीत होती. पूर्वी म्हटल्याप्रमाणें मिश्रगणितांत म्हणण्यासारखी प्रगति झाली नव्हती.

अर्वाचीन काल.

सतराव्या शतकांतील गणितज्ञ.—कलन व बीजभूमिति ह्यांच्या शोधामुळें गणितशास्त्रांत मोठी क्रांति घडून आली, व एका तऱ्हेनें नवीन युगास आरंभ झाला. ह्या युगाच्या आरंभीं आपणांस डेकार्टे हा दिसतो. डेकार्टे हा एक फ्रेंच गणिती होता. (१५९६–१६५०.) हा प्रथम लष्करांत नोकरीस होता. पण त्यानें १६२१ मध्यें ह्या नोकरीचा राजीनामा दिला; व गणिताच्या अभ्यासांत सर्व आयुष्य घालविण्याचा निश्चय केला. कोणत्याहि बिंदूचीं दोन स्थिररेषांपासून अंतरें दिलीं असतां तो बिंदु निश्चित करतां येतो हा सिद्धांत त्यानें प्रथम मांडला, व त्यामुळें त्यास बीजभूमितीचा जनक असें म्हणतात. त्यानें 'जॉमेट्री' नांवाचें पुस्तक प्रसिद्ध केलें. त्याचे पहिले दोन भाग बीजभूमितिविषयक आहेत व तिसऱ्यांत त्यानें बीजगणिताचा विचार केला आहे. त्यांत त्यानें कोणत्याहि समीकरणाच्या ऋण व धन मूलांची ज्यास्तींत जास्त संख्या कशी निश्चित करतां येते हें दाखविलें आहे. दृक्शास्त्रावरहि त्यानें एक लहानसें पुस्तक लिहिलें आहे. जगाची उत्पत्ति [illegible] त्यानें प्रयत्न केला. व ही उपपत्ति बरीच मनोरंजक आहे. १६४९ मध्यें तो स्वीडनच्या राणीच्या बोलावण्यावरून तेथें गेला. व तो १६५० त वारला.

कॅव्हॅलिएरी (१५९८–१६४७) हा इटालिअन गणिती बोलोना येथें अध्यापक होता. ह्यानें चलराशिकलनाच्या अभ्यासास सुरुवात केली. १६०४ मध्यें केप्लरनें सूक्ष्मांचा अथवा अति लहान संख्यांचा उपयोग केला होता; पण विस्तृत प्रमाणावर त्यांचा उपयोग करण्यास ह्यानेंच सुरुवात केली. त्यांच्या उपयोगानें त्यानें वक्रक्षेत्रमापन, घनफलमापन व गुरुत्वमध्यबिंदुशोधन वगैरे गोष्टी केल्या. ग्रीक लोक अशा वेळीं नाश अथवा क्षयपद्धतीचा उपयोग करीत असत; पण ही नवी पद्धत जुनीपेक्षां श्रेष्ठ होती.

पास्कल (१६२३–१६६२) हा फ्रेंच गणिती लहानपणीं अति हुषार होता; म्हणून बापानें त्यास शाळेंत घातलें नाहीं; व त्याला गणितविषयाची माहिती सुद्धां होऊं दिली नाहीं. परंतु चुकून एकदां गणितविषयाची त्यास माहिती झाली; व त्यावरोबर त्याविषयाविषयीं त्यास अतिशय गोडी लागली व त्यानें त्याच्या अभ्यासास सुरुवात केली. गॅलिलीओविषयीं अशीच गोष्ट सांगतात. १६ व्या वर्षी त्यानें बीजभूमितीवर एक निबंध लिहिला. त्यांतील एक सिद्धांत अद्याप त्याच्या नांवानें प्रसिद्ध आहे. फर्माशीं झालेल्या त्याच्या पत्रव्यवहारांत संभवशास्त्रावरील त्याचे सिद्धांत दृष्टोत्पत्तीस येतात. चक्राभासावर (सायक्लॉइड) त्यानें एक निराळेंच पुस्तक प्रसिद्ध केलें आहे. त्यास १७ व्या वर्षापासून अग्निमांद्य व निद्रानाश यांची व्यथा होती.

वालिस (१६१६–१७०३) हा १६४९ त आक्सफोर्ड येथें अध्यापक झाला. १६५६ त त्यानें आपला अरिथमेटिका इनफिनिटेसा नांवाचा महत्त्वाचा गणितावरील ग्रंथ प्रसिद्ध केला. त्यांत त्यानें डेकार्टे व कॅव्हॅलिएरी यांची पृथक्करणपद्धति संगतवार रीतीनें मांडली व त्याच पद्धतीनें तो त्यांच्याहि पुढें गेला. १६५९ त त्यानें पास्कलनें घातलेलीं चक्राभासावरील सर्व उदाहरणें सोडविलीं व क्ष = अयं ह्या समीकरणानें दाखविलेल्या वक्राची लांबी काढून दाखविली.

फर्मा (१६०१–१६६५). हा एका कातड्याच्या व्यापाऱ्याचा मुलगा होता. १६३१ मध्यें तो टूलोस येथें लोकसभेंत प्रतिनिधि म्हणून शिरला व आपला रिकामा वेळ गणिताच्या अभ्यासांत घालवूं लागला. संख्याशास्त्र हा त्याचा आवडता विषय होता व त्यांत त्यानें बरेच शोध लाविले. त्यानें या विषयांत घातलेलीं उदाहरणें फारच अवघड होतीं. त्यापैकीं बरींच आयलरनें सोडविलीं, तरी अद्याप एक सुटलेलें नाहीं. संभवशास्त्राच्या जनकत्वाचा मान पास्कलबरोबर ह्यालाहि दिला पाहिजे. ह्यानें आपले सिद्धांत फारच कमी पद्धतशीर मांडले आहेत. त्याच्या

पत्रव्यवहारावरून असें दिसतें कीं त्यानें स्वतंत्र रीतीनें बीजभूमितिविषयक कल्पना वसविल्या होत्या.

हायगेंझ (१६२९–१६९५) हा डच होता. १६७३ मध्यें ह्यानें 'ह्रोरोलोनियम असिलेटोरियम' नांवाचा एक ग्रंथ प्रसिद्ध केला. ह्यांत गतिशास्त्राचा व्यवहारांत उपयोग कसा करितां येईल हें पहिल्यानेंच दाखविलें आहे. मुख्यतः त्यानें लंबकाच्या गतीला गतिशास्त्र लाविलें आहे. १६८८ मध्यें त्यानें प्रकाशावर एक पुस्तक लिहिलें. ध्रुवीभवनाचे अथवा ध्रुवसंपन्नाचे वरेच निरनिराळे प्रयोग त्यानें पाहिले होते.

वर सांगितलेले सर्व गणिती हे प्रसिद्ध होते. त्यांशिवाय सतराव्या शतकाच्या प्रथमार्धांत दुसरे वरेच गणिती होऊन गेले तरी पण त्यांचे शोध महत्त्वाचे नसल्याकारणानें त्यांचीं नांवें दिलीं नाहींत.

न्यूटन (१६४२–१७२७).-याचें शिक्षण केंब्रिज येथें झालें व तो १६६१–१६९६ पर्यंत तेथेंच राहिला. १६९६ मध्यें त्याला सरकारी नोकरी मिळाली. व तो लंडनमध्यें जाऊन राहिला व मरेतोंपर्यंत तो तेथेंच होता. १६६१ पर्यंत गणित हा विषय त्याला माहित नव्हता, पण १६६५ मध्यें म्हणजे अवघ्या ४ वर्षांच्या अवधींत त्यानें तात्कालिक गतिची रीत व द्विपदसिद्धांत हे शोधून काढिले. पुढील दीड वर्षांत त्यानें पुष्कळच शोध लाविले. तात्कालिक गतिकलन शास्त्राची जवळ जवळ पूर्णता, सूर्यप्रकाशाचें पृथक्करण व गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांतशोध वगैरे गोष्टी त्यानें या अवधींत केल्या. १६६९ मध्यें तो केंब्रिज येथें अध्यापक झाला. व त्यानें दृक्शास्त्रावर व्याख्यानें दिलीं. १६७२ मध्यें त्यानें विच्छिन्नकिरणदर्शक यंत्र शोधून काढलें व पुढें लवकरच षष्ठांश यंत्र (सेक्सटंट) काढलें; व प्रकाशपरमाणुवाद शावीत करण्याचा प्रयत्न केला. १६७६ मध्यें त्यानें लिवानिझला फलाचा विस्तार श्रेढींत करण्याची पद्धति विशद करून सांगितली. तात्कालिक गतीच्या रीतीनें त्यानें वक्राची लांबी काढणें, वक्रक्षेत्र मापणें वगैरे कृत्यें करून दाखविलीं. त्याचीं १६७३ पासून १६८३ पर्यंत जीं व्याख्यानें झालीं तीं वहुतेक सर्व त्याच्या युनिव्हर्सल अरिथमेटिक नांवाच्या ग्रंथांत आहेत. ह्यांत त्यानें बीजगणित, समीकरणोपपत्ति व दुसरे विविध सिद्धांत यांचा विचार केला आहे. १६७९ नंतर त्यानें मध्यगतिप्रेरणेनें उत्पन्न केलेल्या गतीची उपपत्ति लाविली व त्याविषयीं आपले तीन सिद्धांत प्रस्थापित करून दाखविले. १६८४ त हॅलेनें विचारलेल्या प्रश्नाला उत्तर देतांना त्यानें मध्याभिगामी प्रेरणा जर पदार्थाच्या मध्यापासूनच्या अंतराच्या वर्गाच्या व्युत्क्रमप्रमाणांत असेल तर त्या पदार्थाचा मार्ग दीर्घवर्तुलाकार होईल असें सिद्ध केलें. त्याच्या प्रिन्सिपिआ ग्रंथाचें पहिलें पुस्तक १६८६ पूर्वीं लिहून झालें होतें. त्यांत त्यानें परस्पराकर्षणाचा सिद्धांत स्पष्टपणें पुढें मांडला. १६८६ त दुसरें पुस्तक तयार झालें व त्यांत प्रतिवंधक माध्यमांत पदार्थांची गति व जलगतिशास्त्र यांचा त्यानें विचार केला. ह्या ग्रंथाच्या तिसऱ्या पुस्तकांत त्यानें आपल्या पहिल्या पुस्तकांत प्रसिद्ध केलेली परस्पराकर्षणाची उपपत्ति सूर्यमालेला लावून दाखविली, व जलतरंगाच्या उपपत्तीची वरीच वाढ केली. १६८७ त हा समग्र ग्रंथ वाहेर पडला. ह्यांतील वहुतेक कृत्यें भूमितीय पद्धतीनें सिद्ध केलेलीं आहेत, कारण अद्याप कलनपद्धति सर्वमान्य झाली नव्हती. १७०४ मध्यें त्याचें दृक्शास्त्रावरील पुस्तक, घनवक्रांनां पृथक्करणभूमितीचीं तत्त्वें लावण्याविषयींचा निवंध व तात्कालिक गतिकलनशास्त्र हीं प्रसिद्ध झालीं.

हल्लींच्या पृथक्करणपद्धतीचा प्रसार लिवनिझ व वर्नोली ह्या दोन गणित्यांकडूनच मुख्यत्वेंकरून झाला.

लिवनिझ–वर्नोली व पृथक्करणपद्धति.—लिवनिझ (१६४६–१७१६) ह्या जर्मन गणित्यानें विसाव्या वर्षापूर्वीच सर्व विषयांवरील वहुतेक पुस्तकें वाचून टाकिलीं. पुढें त्याला राजकारणखात्यांत एक नोकरी मिळाली. व ह्या नात्यानें तो फ्रान्सला गेला असतांना त्याची हायगेंझशीं गांठ पडून गणिताच्या अभ्यासाकडे त्याची प्रवृत्ति झाली; व लवकरच त्यांत त्यानें प्रगति करून घेतली. त्याचे महत्त्वाचे निवंध चलनकलनावर आहेत. त्याची चिन्हपद्धति म्हणजे हल्लींची चिन्हपद्धति ही न्यूटनच्यापेक्षां वरीच श्रेष्ठ होय. संकलन हा तात्कालिक गतीचा व्युत्क्रम होय हें न्यूटनप्रमाणें त्यालाहि समजलें होतें व त्या दृष्टीनेंच तो त्याचा विचार करीत असे. ज्याप्रमाणें डेकार्टेचें नांव वीजभूमितीशीं संलग्न झालेलें आहे त्याचप्रमाणें ह्याचें चलनकलनाशीं संलग्न झालेलें आहे.

वर्नोली.-या कुटुंबांत पुष्कळ गणिती होऊन गेले. त्यांपैकीं पहिला जेम्स (१६५४–१७०५) हा १६८७ त वेल येथील विश्वविद्यालयांत अध्यापक झाला. त्यानें शृंखलावक्राविषयीं ज्यास्त माहिती मिळविली, संभवकलनाचीं तत्त्वें जमवून ठेविलीं व त्याच्या नांवानें प्रसिद्ध असलेल्या संख्यांच्या व्याख्या वगैरे दिल्या. शृंखलावक्र (कॅटेनरी कर्व्ह) काढण्याची लिवनिझची पद्धत वरोवर आहे हें त्यानें दाखविलें; व स्वतः समकालावधिक वक्र (आयसॉक्रोनिक कर्व्ह) काढण्याची पद्धत प्रसिद्ध केली. त्याचा भाऊ जान वर्नोली (१६६७–१७४८) हा प्रथम गॉटिंजन येथें व नंतर वेल येथें गणिताचा अध्यापक होता. तो अत्युत्तम शिक्षक होता. त्याचे मुख्य शोध खालील होत. घातकलन, पृथक्करणपद्धतीनें त्रिकोणमितीचा अभ्यास, लंवजन्य विक्षेप मार्ग निश्चित करणें व ऱ्हस्व कालवक्र शोधून काढणें. क्लेरो (१७१३–१७६५ फ्रान्स) यानें १८ व्या वर्षी निष्पीडित वक्रावर निबंध लिहिला. कोणतेंहि घनवक्र हें पांच परवलयांपैकीं एकाचा प्रत्यालेख असतें ही न्यूटनला माहित असलेली गोष्ट त्यानें सिद्ध केली. पृथ्वीचा आकार व चंद्राची गति ह्यावर भूमितीय पद्धतीनें त्यानें पुस्तकें लिहिलीं आहेत. तो समाजप्रिय अस-

त्यामुळें त्याला गणिताला फार वेळ देतां आला नाहीं. दलांवर (१७१७–१७८३) चे गणितांतील सर्व शोध १७४३ पासून १७५४ पर्यंत प्रसिद्ध झाले. १७४३ मध्यें त्यानें एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें व त्यांत त्याच्या नांवानें प्रसिद्ध असलेला, गतिविरोधक शक्ति गत्युत्पादक शक्तिबरोबर असली पाहिजे हा सिद्धांत स्थापला. पुढें त्यानें हाच सिद्धांत जलप्रेरणाशास्त्रांत लावून दाखविला, व खण्डकलनसमीकरण सोडविलें. त्यानें ज्योतिषशास्त्रांतहि कांहीं शोध लाविले. त्याच्या आयुष्याचा शेवटील बराच भाग फ्रेंच ज्ञानकोशाकरितां लेख लिहिण्यांत गेला.

डॅनिअल बर्नोली (१७००–१७८२) हा कांहीं दिवस सेंटपीटर्सबर्ग व कांहीं दिवस बेल येथें निरनिराळ्या विषयांचा अध्यापक होता. १७२४ मध्यें रिकॅटिनें घातलेलें कलनसमीकरण त्यानें सोडविलें. १७३८मध्यें त्यानें हायड्रोडिन्यामिक हा ग्रंथ प्रसिद्ध केला. वायुजडगणितशास्त्र त्यानें प्रथम निर्माण केलें.

इंग्लंडमधील १८ व्या शतकारंभींचे गणिती.— आतां ह्याच काळांतील म्हणजे १८ व्या शतकाच्या आरंभींचे इंग्लंडमधील गणिती कोण होते हें पाहूं. इंग्लंडमधील गणिती हे न्यूटनच्याच कलनसिद्धांतास चिकटून राहिल्यामुळें यूरोपखंडातील शोधांचा त्यांनां नीट उपयोग करतां आला नाहीं व त्यामुळें त्यांची प्रगति फारच मंद झाली.

हॅलेचें (१६५६–१७४२) नांव ज्योतिषशास्त्रांत अमर आहे. दमोआव्ह (१६६७–१७५४) यानें पुनरावर्तक श्रेढी व खंड अपूर्णांक ह्यांवर निबंध लिहिले व त्रिकोणमितींतील काल्पनिकसंख्याविषयक भाग पूर्णत्वास आणण्याचा आरंभ केला. कोटस (१६८२–१७१६) ह्यानें 'स्खलनशास्त्र' (सायन्स ऑफ एरर) निर्माण्याचा प्रथम प्रयत्न केला. टेलरनें (१६८५–१७३१) १७१५ मध्यें त्याच्या नांवानें प्रसिद्ध असलेला फ (क्ष + ह) = फ (क्ष) + ह फ'क्ष + $\frac{ह^2}{2!}$ फ''क्ष···सिद्धांत त्यानें सिद्ध केला. त्यानें यथादर्शन व तिर्यक्कंपनोपपात्ति ह्यांवर निबंध लिहिले; व भिन्नजातीय माध्यमांतून जाणाऱ्या किरणांचें कलनसमीकरण शोधून काढलें. मॅक्लॉरिन (१६९८–१७४६) यानें १७२० मध्यें जॉमेट्रिआ आर्गानिका नांवाचा निबंध लिहिला; व शंकुच्छेद वगैरे वक्रांचे गुणधर्म वर्णिले. कलनशास्त्रांत त्यानें फ (क्ष) = फ (०) + क्ष फ' (०) + $\frac{क्ष^2}{2!}$ फ'' (०)...हा सिद्धांत बसविला व महत्तम व लघूत्तम यांची उपपत्ति बसविली. १७४२ मध्यें तात्कालिक गतिशास्त्रावर त्यानें एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें व त्यांत भूमिति, स्थितिशास्त्र, आकर्षणशास्त्र व ज्योतिष ह्यांतील निरनिराळी कूटें सोडवून दाखविलीं. थामस् सिंप्सन (१७१०–१७६१) यानें भूमितींत कांहीं शोध केले. यानंतर १८२० पर्यंत इंग्लंडमध्यें गणितशास्त्र अर्धसुप्त स्थितींत होतें; पण या काळांत यूरोपखंडांत आयलर, लाग्रांज, लाप्लास व लाजेंद्र हे चार प्रख्यात गणिती होऊन गेले. आयलरनें पूर्वींचें सर्व शास्त्र एकवटलें, अपुरें होतें तें पुरें केलें व पुढें बरीच प्रगतीहि केली, लाग्रांजनें कलनशास्त्र पूर्णत्वास नेलें, लाप्लासनें हें शास्त्र गुरुत्वाकर्षणाला कसें लावितां येतें हें दाखविलें व लाजेंद्रनें गोलीय हरात्मक पृथक्करण शोधून काढलें.

आयलरपासून गॉसपर्यंत गणितशास्त्राची प्रगति.— आयलर (१७०७–१७८३) हा जान बर्नोलीचा शिष्य होता. प्रथम रशियांत अध्यापक असतांना १७३५ त त्याचा एक डोळा गेला व १७४१ त तो बर्लिन येथें परत आला. पण पुनः तो रशियांत गेला व १७६९ त तो पुरा आंधळा झाला. तरी सुद्धां मरेपर्यंत त्यानें विद्याव्यासंग सोडला नाहीं. १७४८ त त्याचें 'अनॅलिसिस इनफिनिटोरियम' प्रसिद्ध झालें. त्यांत त्यानें बीजगणितांतील श्रेढींची बेरीज व विस्तार, व अमित श्रेढींचें परिच्छिन्नमान ह्यांचा विचार केला, त्रिकोणमितीला पृथक्करणपद्धति लावून निरनिराळे सिद्धांत प्रस्थापित केले, द्विपरिमाण अगर त्रिपरिमाण विषयक बीजभूमितीचा शास्त्रीय रीतीनें विचार केला व वर्गात्मक समीकरणाची पूर्ण माहिती दिली. त्यानें ह्यानंतर कलनशास्त्रावर चार पुस्तकें लिहिलीं व बीटा व ग्यामा फलें नवीन प्रचारांत आणिलीं. १७७० मध्यें त्याचा अल्जिब्रा प्रसिद्ध झाला, त्यांत त्यानें द्विपदसिद्धांत पूर्णपणें सिद्ध केला व संख्याशास्त्रांत बरीच प्रगति केली. यंत्रशास्त्र, ज्योतिषशास्त्र, पदार्थविज्ञानशास्त्र वगैरे विषयांवर त्यानें असंख्य लहान लहान टांचणें प्रसिद्ध केलीं, व कठिण पदार्थांच्या गतीचीं समीकरणें व जलगतिशास्त्रांतील समीकरणें बसविलीं.

लँबर्ट (१७२८–१७७७) ह्या प्रशियन गणित्यानें π ही अपरिच्छेदशील (इन्कॉम्युन्शरेबल) राशी आहे हें दाखविलें व आपल्या त्रिकोणमितीला सुरुवात केली.

लाग्रांज (१७३६–१८१३ इटली,) अठराव्या शतकांतील अतिमोठा गणिती होय. यानें वयाच्या १७ व्या वर्षापासून गणिताच्या अभ्यासास आरंभ केला पण त्यांत त्याची प्रगति फार जोराची व जलद झाली. आयलरनें पत्र लिहून त्यांत त्यानें समपरिमितीय (आयसोपेरिमेट्रिकल) कृत्य सिद्ध केलें, व त्यामुळें तो फार प्रसिद्ध झाला व लवकरच त्याची ख्याति झाली, परंतु त्याची प्रकृति फारच बिघडली व त्याला विश्रांति घ्यावी लागली. तथापि १७६६ मध्यें तो फ्रेडरिक धि ग्रेटच्या आमंत्रणावरून बर्लिन येथें गेला असतांना त्याचा मेंदु तरतरित झाला व त्यानें तेथें 'मेकॅनिक अनॅलिटिक' नांवाचें चोपडें प्रसिद्ध केलें व निरनिराळ्या शास्त्रीय संस्थांनां सुमारें दोनशें निबंध लिहून पाठविले. त्यानें वास्तविक कामाचे नियम बसविले व चलनकलनाच्या मदतीनें यंत्रशास्त्रांतील सर्व सिद्धांत सिद्ध केले. त्याचप्रमाणें कोणत्याहि पदार्थमालिकेंतील निरनिराळ्या प्रत्येक पदार्थाच्या गतीचा विचार करण्याऐवजीं त्यानें असें दाखविलें कीं जर त्यांपैकीं कोणत्याहि पदार्थाची स्थिति पुरेशा चलराशींनीं निश्चित केली तर त्या

सर्व मालिकेच्या संभाव्य व तत्कालीन या दोन्ही प्रेरणा गृहीत धरलेल्या चलराशींच्या फलरूपांत मांडितां येतात. १७८७ मध्यें फ्रेडरिक वारला व लाग्रांज पॅरिसमध्यें आला. १७९३ मध्यें वजनें व मापें सुधारण्याकरितां नेमलेल्या मंडळाचा तो अध्यक्ष नेमला गेला व फ्रेंच वजनांतील अगर मापांतील दशांश पद्धति ही त्यामुळेंच अमलांत आली. फ्रेंच राज्यक्रांति झाल्यानंतर जे निरनिराळे पक्ष अधिकारारूढ झाले त्यांपैकीं प्रत्येकानें त्याला यथायोग्य मान दिला. त्यानें शुद्ध गणितांतच वरीच प्रगति केल्यामुळें त्याच्या सूत्रांचा पुष्कळ मिश्र शास्त्रांत उपयोग करतां येत होता व हें काम लाप्लास (१७४९–१८२७) ह्या फ्रेंच गणित्यानें उत्तम रीतीनें केलें. लाप्लासनें वरीच सरकारी हुद्यांचीं कामें केलीं व पॅरिस येथें तो अध्यापकहि झाला. त्यानें १७८४ पासून पुढें ३ वर्षें वरेच शोध लाविले; प्रथम एका अंडगोलाची त्याच्या पृष्ठभागावर अगर वाहेर असलेल्या एखाद्या कणावरील आकर्षणशक्ति त्यानें निश्चित केली; व ग्रहांच्या विषमतेवर एक निवंध लिहिला. १७८७ त त्यानें पृथ्वीच्या कक्षेतील अपकेंद्रता कशी होते हें दाखविलें, व हें १७९६ त त्यानें 'एक्सपोसिआं दु सिस्तेम दु मांदे' ह्या पुस्तकांत प्रसिद्ध केलें व त्यांत तेजोमेघ सिद्धांताचेंहि त्यानें दिग्दर्शन केलें. पुढें त्यानें 'मेकॅनिक सेलेस्त' हें पुस्तक प्रसिद्ध केलें व त्यांत ग्रहांच्या गती, लहरी वगैरे विषयांचें विवेचन केलें. १८१२ मध्यें त्यानें संभवशास्त्रावर एक पुस्तक प्रसिद्ध केलें. त्याची पृथक्करणपद्धति थक्क करून टाकणारी आहे. हा मोठा डामडौली व गर्विष्ठ होता व राजकीय मतांच्या बाबतींत वारा येईल तशी पाठ फिरवणारा होता.

लाजेंद्र (१७५२–१८३३ फ्रान्स.) याचीं, आकर्षण, वर्तुलात्मक ह्रात्मक पृथक्करणाचा उपयोग, भूमापन व लघूत्तम वर्गाची पद्धत यावरील टांचणें महत्वाचीं आहेत. त्यानें संख्याशास्त्राचा विचार करतांना क्षपेक्षां कमी असलेल्या मूलसंख्यांची संख्या सुमारें न ÷ लॉगन–१.०८३६६ असते असें दाखविलें, व चलराशी कलनांतील एक कृत्य म्हणून दीर्घवर्तुलात्मक संकलनाचा त्यानें विचार केला. यापुढील फ्रेंच गणित्यांनीं आपलें लक्ष विशेषेंकरून पृथक्करणपद्धतीचा उपयोग पदार्थविज्ञानशास्त्रांत करण्याकडे लाविलें.

फोरियर (१७६८–१८३० फ्रान्स).–यानें १८२२ मध्यें उष्णतेच्या उपपत्तीवर पृथक्करणपद्धतीनें एक पुस्तक लिहिलें व त्यांत कोणत्याहि चलराशीच्या फळाचा विस्तार त्याच चलराशीच्या पटीच्या ज्यांच्या श्रेढींत करतां येतो हें दाखविलें. पॉइसां (१७८१–१८४०) हा लहान असतांनाच त्याची व लाग्रांज व लाप्लास यांची ओळख झाली. त्याचीं टांचणें मुख्यतः खालील विषयांवर आहेत. १ निश्चितात्मक संकलनें, २ फोरियरची श्रेढी व तिचा पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील कृत्यें सोडविण्याकरितां उपयोग, ३ चलराशीकलन, ४ विद्युत्स्थितिशास्त्र व ५ लोहचुंबकशास्त्र. त्याचप्रमाणें यानें ग्रहांच्या गतीच्या एकांगी विषमतेवर एक निवंध लिहिला आहे. ह्यानंतर वरेच दिवस फ्रान्समध्यें नांवाजण्यासारखा गणिती झाला नाहीं. या काळांत इंग्लंडमध्येंहि गणितांत पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें फार प्रगति झाली नाहीं. पण जर्मनींत कांहीं गणिती होऊन गेले. त्यांत मुख्य गॉस हा होय.

गॉस (१७७७–१८५५).–हा एक गवंड्याचा मुलगा होता. १७९९ मध्यें त्यानें प्रत्येक समीकरणास मूळ असतें हा सिद्धांत सिद्ध केला. १८०१ मध्यें मंगळ व गुरु यांच्यामध्यें जो ग्रह दिसला त्याची कक्षा त्यानें निश्चित केली, १८३५ मध्यें त्यानें विद्युद्युक्त अशा दोन परमाणूंमधील आकर्षणशक्ति त्यांच्या गती व स्थितीवर अवलंबून असते हा विद्युद्गतिशास्त्रांतील शोध लाविला. १८४० मध्यें त्याचे दृक्शास्त्र व वाह्य गोलकांच्या मालेवरील शोध प्रसिद्ध झाले. त्याचें अतिप्रसिद्ध 'डिसक्विजंस अरिथमेटिक' हें पुस्तक व लाजेंद्र याचें पुस्तक हीं अद्यापपर्यंत संख्याशास्त्रांत प्रमाण मानलीं जात आहेत. त्यानें कोणत्याहि संख्येला द्विगुणवर्गमूलक रूप कसें द्यावयाचें हा प्रश्न सोडविला. त्यानें संकीर्णसंख्येच्या विचाराला नवीनच आरंभ केला. त्याचप्रमाणें क्ष^{न} = १ ह्यासारख्या समीकरणांच्या मूळांचा विचार केला. नियतद्विकालीफलांच्या उपपत्तीवरील एवेल व याकोवि यांच्या नांवानीं प्रसिद्ध असलेले शोध गॉसनेंच केले होते. त्याचीं १ निर्णायक कनिष्ठ फलें, २ श्रेढींची वेरीज, ३ अतिभूमितिश्रेढी व ग्यामाफलें यांजवरील टांचणें महत्वाचीं आहेत. अतिश्रेढींच्या केंद्रीभवनाची परीक्षा करण्याची त्याची पद्धत सर्वस्वी विनचूक आहे. याखेरीज गणिताच्या प्रत्येक शाखेंत कांहीं तरी शोध करून त्यानें आपलें नांव अमर करून ठेवलें आहे. हल्लींच्या पृथक्करणपद्धतीचे तिघेजण जनक होत. लाग्रांजनें आपली रीत प्रत्येक ठिकाणीं स्पष्ट करून दाखविली आहे. लाप्लास हा रीतीकडे फारसें लक्ष न देतां उत्तर बरोबर आलें म्हणजे समाधान मानून स्वस्थ बसे. गॉस हा लाग्रांजसारखा आपली रीत स्पष्टपणें मांडीत असे पण ती दुर्बोध असे.

गॉसपासून कोशीपर्यंत.––डिरिशलेट (१८०५–१८५९) हा गॉसचा विद्यार्थी होता. त्यानें याकोवि व गॉस ह्यांच्या शोधांचें फारच उत्तम रीतीनें स्पष्टीकरणें केलें. हा ब्रेस्लॉ, बर्लिन व गॉटिंजन येथें अनुक्रमें अध्यापक होता. त्यानें संख्याशास्त्रांत उपसंजीहान सिद्धांत स्थापित केला. ईसेनस्टीन (१८२३–१८५२) नें त्र्यात्मक वर्गात्मक रूपविषयीं व कोणतीहि संख्या कांहीं वर्गांच्या बेरजेबरोबर कशी दाखवावयाची याविषयीं विचार केला. हेनरी स्मिथ (१८२६–१८८३) हा १८६१ त ऑक्सफोर्ड येथें भूमितीचा अध्यापक होता. त्यानें इसेनस्टीनच्या सिद्धांतांचीं प्रमाणें दिलीं व इसेनस्टीनप्रमाणें तीनच अनिश्चित राशींचा विचार न करतां त्यानें 'न' अनिश्चितराशींचा विचार केला. एवेल (१८०२–१८२९ नार्वे) नें १८२६ त

दिलेल्या समीकरणाचीं मूळें ह्या निरनिराळ्या मर्यादा धरून एका फलाच्या येणाऱ्या संकलनाची बेरीज करण्याची रीत प्रसिद्ध केली. त्याचप्रमाणें कोणत्याहि पंचघातात्मक समीकरणाचीं मूळें करण्यात्मक राशींच्या अथवा अकरणीगत फलांच्या नियमित संख्येच्या मदतीनें तिच्या गुणकांच्या रूपांत मांडणें अशक्य आहे हा सिद्धांत त्यानें सिद्ध केला. याकोबि (१८०४–१८५१) हा १८२७ त कोनिंग्जबर्ग येथें अध्यापक होता. एबेल व याकोबि ह्या दोघांनीं दीर्घवर्तुलात्मक फलाविषयीं शोध लाविले. पण ते एकमेकांनां माहीत नव्हते. त्याचीं टांचणें खालील विषयांवर प्रसिद्ध आहेत. १ निर्णायक कनिष्ठफलें, २ संख्याशास्त्र, ३ कलनात्मक समीकरणोपपत्ति, ४ गतिशास्त्रांत तीन पदार्थांचीं उदाहरणें वगैरे. त्यानें चलनकलनाची उपपत्ति पूर्णत्वास आणिली. रीमन (१८२६–१८६६) हा गॉसच्या हाताखालीं शिकला. १८५० त त्यानें संकीर्ण चलनराशींच्या फलावर एक टांचण प्रसिद्ध केलें. त्यायोगें फलांच्या विचाराला एक निराळीच दिशा लागली. तदनंतर त्यानें दीर्घवर्तुलात्मक फलें, मूलसंख्या व नियतकालिक फलें यांवर टांचणें प्रसिद्ध केलीं. विएरस्ट्रास (१८१५–१८९७) हा बर्लिन येथें गणिताचा अध्यापक होता. याच्या दीर्घवर्तुलात्मक शोधामुळें ह्या विषयास नवीनच वळण लागलें. त्यानें एकजातीय पृथक्करणात्मक फलांची उपपत्ति नवीनच बसविली. त्याची उपपत्तीची रीत फार व्यापक असे.

कोशी (१७८९–१८५७).– हा १८१६ त पॅरिस येथील पॉलिटेक्निकमध्यें अध्यापक होता. १८३० त हा हद्दपार झाला. पण १८३७ त तो परत येऊन पुनः अध्यापक झाला. त्यानें असंख्य टांचणें लिहिलीं आहेत. त्यांतील महत्त्वाचीं खालील आहेत. १ श्रेढींची केंद्राभिमुखता शोधण्याची परीक्षा, २ समीकरणाचीं वास्तविक व अवास्तविक मूळांची संख्या निश्चित करणें व त्यांची जवळ जवळ किंमत काढणें, ३ संख्याशास्त्र, ४ निर्णायक कनिष्ठ फलें, ५ टेलरच्या सिद्धांताचें प्रमाण, ६ परिशिष्टांचें कलन. त्यानें ज्योतिषशास्त्र व लहरीशास्त्र यांतहि कांहीं शोध केले आहेत.

हॅमिल्टनपासून आधुनिक कालापर्यंत.—हॅमिल्टन (१८०५–१८६५) हा १८२७ त डब्लिन येथें ज्योतिषाचा अध्यापक झाला. चतुष्टयोपपत्ति हा त्याचा मुख्य शोध होय. प्रथम त्यानें दृक्शास्त्रांत कांहीं शोध लावले. १८३४ त त्याचीं गतिशास्त्रावरील टांचणें प्रसिद्ध झालीं. याशिवाय १ पंचघातात्मक समीकरणाचीं मूळें २ चलत्फलें ३ बलांतरलेखक व ४ कलनात्मक समीकरणाचीं संख्यात्मक मूळें यांवर त्याचीं टांचणें प्रसिद्ध आहेत. ग्रासमन (१८०७–१८७७) ला व हॅमिल्टनला अपरिवर्तक बीजगणित व चतुष्टयोपपत्ति ह्यांच्या कल्पना एकदम सुचलेल्या दिसतात. हा स्टेटीन येथें अध्यापक होता. त्यानें अपास्ताकाशाचे गुणधर्म शोधून काढले. ग्यालोआ (१८११–१८३२) नें विसाव्या वर्षीच समीकरणावर निबंध लिहिला व उत्थापनसमूह या नवीन विषयास आरंभ केला. कायले (१८२१–१८९५) हा केंब्रिज येथें १८६३ पासून अध्यापक होता. त्यानें शुद्ध गणितावर पृथक्करणपद्धतीनें बरेच लेख लिहिले, त्याच्या व आयलरच्या पद्धतींत बरेंच साम्य आहे. बीजभूमितींत वक्रे व पृष्ठभाग यांच्या उपपत्तीच्या ज्ञानांत त्यानें बरीच भर टाकली. त्यानें एक अथवा दोन चलराशींचीं अकरणीगत, समघात फलें, दीर्घवर्तुलात्मक फलें, राशींचे चौकोन, अचीयमान बीजगणित वगैरे विषयावर सर्वमान्य टांचणें लिहिलीं आहेत.

सिल्व्हेस्टर (१८१४–१८९७) हा वुलिच, बाल्टिमोर व ऑक्सफोर्ड येथें थोडथोडे दिवस अनुक्रमें अध्यापक होता. त्यानें संख्योपपत्ति, कलन, कलनसमीकरण, विपरीत चलस्पर्धी (कॉंट्राव्हेरिअँट्स), व्युत्क्रामक (रेसिप्रोकंट्स) व समीकरणें यांच्या उपपत्तीवर टांचणें लिहिलीं. त्यानें ज्या ज्या विषयावर निबंध लिहिले त्या त्या विषयांत अवश्य लागणारे शब्द नवीन बनविले व उपयोगांत आणिले. त्याची विषयाची मांडणी पद्धतशीर व पूर्ण होती. ली (१८४२–१८९९) हा क्रिस्चिआनिआ येथें अध्यापक होता. १८७० मध्यें त्यानें गोलाचें सरळरेषासदृश रूपांतर शोधून काढलें. त्यानंतर त्यानें अविच्छिन्न समूह व प्रतिपदनिवेशन (सब्स्टिट्यूशन) ह्यांच्या उपपत्तीचा शोध लावला. स्टीनर (१७९६–१८६३) हा आपोलोनियस नंतर झालेल्या भूमितिज्ञांमध्यें सर्वश्रेष्ठ आहे. चवदाव्या वर्षाचा होईतोंपर्यंत तो निरक्षर होता. त्यानंतर अभ्यासास सुरुवात करून १८३२ मध्यें त्यानें आपलें शोधांचें चोपडें प्रसिद्ध केलें. त्यामुळें बर्लिनमध्यें त्याच्याकरितां स्वतंत्र अध्यापकाची जागा निर्माण करण्यांत आली. त्याचा भूमितीवरील ग्रंथ सर्वमान्य आहे. फ्रानस्टॉड (१७९८–१८६७) यानें शुद्ध भूमितीचा एका अपूर्व पद्धतीनें विचार करण्यास सुरुवात केली. त्या पद्धतींत त्यानें संख्या व महत्त्व ह्यांनां मुळींच जागा दिली नाहीं.

आधुनिक प्रगति.—यानंतरचा गणिताचा इतिहास थोडक्यांत सांगणें कठिण आहे. आतांपर्यंत झालेल्या निरनिराळ्या गणित्यांच्या शोधांनीं गणिताच्या असंख्य शाखा निर्माण झाल्या. यामुळें त्यांतील मुख्य मुख्य शाखा घेऊन त्यांत शोध केलेल्या लोकांचीं नांवें देण्यापेक्षां ज्यास्त कांहीं प्रस्तुत करतां येणें शक्य नाहीं. या नांवांत हिंदी नांवें दिसणार नाहींत. याचें कारण उघड आहे. हिंदुलोकांच्या पुढें मुख्य प्रश्न पोट भरण्याचा आहे. अर्थात् शास्त्राध्ययन व शोध यांनां लागणारा वेळ व संधि त्यांस साध्य नाहीं तरी सुद्धां कोठें कोठें कांहीं तुरळक लोक गणिती म्हणून ऐकूं येतात. नुकताच जगास आपल्या शोधक बुद्धीनें दिपवून टाकणारा रामानुजम् याच्या शोधाविषयीं निश्चि कांहीं लिहितां येत नाहीं. असो.

संख्याशास्त्र.—या शास्त्रास अर्वाचीन रूप गॉसनें दिलें. यानंतर मूलसंख्यांवर रिमन व शेविचेफ; संख्याविभागावर कायले, सिल्व्हेस्टर व मॅकमोहन; संख्यांचीं विशिष्ट रूपें यावर लिओव्हिआ व ग्लेशर; व व्यात्मक व वर्गात्मकरूपें यावर क्रोनेकर व हरमाईट यांनीं निबंध लिहिले.

उच्च त्रिकोणमितिः—एबेल व याकोवि यांनीं गॉसचे थीटाफलावरील शोध प्रसिद्ध केले व त्यास हल्लींचें रूप दिलें. ह्यानंतर रिमन, क्रोनेकर, कोनिग्सवर्गर, कायले, वेवर, नोयर क्लॉन वगैरेंनीं पुढें शोध लावले.

फलोपपत्तिः—फलोपपत्तीला सध्याच्या रूपांत वीएर-स्ट्रासनें आणिली. कोशीनें त्याच्या अभ्यासास सुरवात केली होती. त्यानंतर रिमननें सर्वांशीं निराळीच पद्धत उपयोगांत आणिली. पॉइंकार, अयेल, क्लीन, हरमाइट व फोरसिथ वगैरेंनीं त्यानंतर वरेच शोध केले. हा विषय वराच मनो-रंजक आहे.

उच्च बीजगणित.—यांत कायले, हॅमिल्टन, ग्रासमन, ग्यालोआ, ली वगैरेंनीं वरेच शोध लाविले.

भूमिति.–भूमितीचे निरनिराळे भाग पाडले गेले आहेत १ वांजभूमिति, २ संयोगीकरणात्मक भूमिति, ३ युक्लिडभिन्न भूमिति व ४ अतिभूमिति (चार अगर अधिक परिमाणांची). गॉसनें कलनभूमितीच्या अभ्यासास सुरुवात केली व तदनंतर मांजे, वाने, लामे, ली, डार्वो वगैरेंनीं त्यांत वरेच शोध लाविले. हा विषय अतिविस्तृत आहे.

कलन.–कलनसमीकरणांत पृथक्करण पद्धतीनें याकोवि, कोशी, वरट्रांड, जॉर्डन, फोरसिथ वगैरेंनीं वरेच शोध लावले.

स्थितिशास्त्र.—स्थितिशास्त्रांत आकर्षण व संभवशक्ति यांच्या उपपत्तींवर पुष्कळ लोकांनीं लेख लिहिले आहेत; व साकृति स्थितिशास्त्राची वरीच प्रगति झाली आहे, ह्याचा शिल्पशास्त्राला वराच उपयोग होतो.

गतिशास्त्र.–गतिशास्त्राला अर्वाचीन रूप याकोबी व हॅमिल्टन यांनीं दिलें. ज्योतिषांत विशेषतः गॉसनें व बेसेल, लव्हारिए, न्युकॉंब हिल वगैरेंनीं वरेच शोध लावले.

ह्या शतकांत गणितशास्त्रांतील सिद्धांत व निरनिराळ्या पद्धती वगैरे पदार्थविज्ञानशास्त्रास अतिविस्तृत प्रमाणांवर लावण्यांत आल्या, व त्यायोगें ह्या विज्ञानशास्त्रांत अतिशय प्रगति झाली. गणिताशिवाय हें विज्ञानशास्त्र अपुरें राहिलें असतें. गणितशास्त्राविषयीं भविष्य वनविणें अशक्य आहे. जसजशी शास्त्रांची प्रगति होईल तसतशी गणितांत जगाची प्रगति झालीच पाहिजे. कारण गणित व तर्कशास्त्र हीं सग-ळ्या शास्त्रांचा पाया आहे. अमेरिकेंतहि आतां गणिताच्या अभ्यासास जोरानें सुरवात झाली आहे. व ज्या राष्ट्रानें एडि-सन निर्माण केला तें राष्ट्र कदाचित् लवकरच एखादा न्यूटन उत्पन्न करील. हिंदुस्थानहि ह्या बाबतींत फार मागें नाहीं. याप्रमाणें प्रो. एम. एस. गोडबोले हे गणितशास्त्राच्या ख्रिस्तो-त्तर भारतीय व पाश्चात्य वाढीचा इतिहास देतात.

आज जगांत सर्वत्र इतर ज्ञानांगांप्रमाणेंच या अंगांतहि नवीन कार्य होत आहे. पण त्यायोगें त्यांत एखादी नवीन शाखा प्रादुर्भूत झाली नसून आहेत त्या शाखांचीच थोडी-थोडी वाढ चालू आहे. तेव्हां त्यासंबंधीं जास्त उल्लेख न करतां आपल्या हितसंबंधीं भारतीयांची या बावतींत काय स्थिति आहे ती पाहूं.

आधुनिक भारतीय गणितज्ञ.—हल्लीं गणितशास्त्र वरेंच विस्तार पावलें असून दिवसानुदिवस त्यांत सारखी प्रगति केली जात आहे. या प्रगतीला पाश्चात्य विद्वानांप्रमाणें भारतीय विद्वानहि हातभार लावीत आहेत. दोन वर्षांपूर्वीं निवडलेले मद्रासी गणिती रामानुजम् यांनीं शुद्ध गणितशा-स्त्रांत वरेच शोध लाविलेले आहेत. लंडनमधील रॉयल सोसा यटीचे फेलो होण्याचा अपूर्व मान त्यांनां मिळाला होता. कै. लो. टिळकांनींहि शून्यावयवलब्धींत कांहीं शोध आरंभिला होता पण दुसऱ्या अनेक अवधानांमुळें त्यांनां पुढें हें कार्य करतां आलें नाहीं. गणितसंशोधनाचे लेख इंडियन मॅथेमॅटि-कल सोसायटी जर्नल, कलकत्ता मॅथेमॅटिकल सोसायटी बुले-टिन वगैरे पत्रांच्या द्वारें एन्. एम. शहा, गणेश प्रसाद; बी. दत्त, एस्. आर. रंगनाथन्, एस्. वानर्जी, एस्. एम्. गांगुली, आर. विश्वनाथस्वामी यांसारखे भारतीय पंडित प्रसिद्ध करीत असतात. शिकॅगो येथें असलेले प्रो. व्ही. डी. गोखले यांनीं या शास्त्रांत संशोधन करून " डॉक्टर " ही पदवी संपादिली आहे. सध्यांचे शिक्षणमंत्री डॉ. परांजपे यांनीं वीस वर्षांपूर्वीं " सीनियर रँगलर " ही अत्युच्च पदवी बरोबरीच्या सर्व पाश्चात्य गणिताभ्यासकांनां मागें टाकून जेव्हां मानानें मिळविली तेव्हांच हिंदूंनां योग्य परिस्थिति लाभल्यास त्यांच्या अंगचे लुप्त गुण कसे प्रकाशित होतात हें सर्व राष्ट्राला दिसून आलें. नुकता परवांच एक बालगणिती राज-नारायण मद्रासेस लोकांनां थक्क करून सोडणारें आपलें गणि-तज्ञान जेव्हां व्यक्त करूं लागला तेव्हां मद्रास विश्वविद्याल-याला त्याला या विषयाचा स्वतंत्र अभ्यास करण्याकरितां शिष्यवृत्ति द्यावी लागली. सारांश, गणितादि विद्या धारण करण्याची प्राचीन भारतीयांची शक्ति आपणांत नाहीं असें नाहीं. पण सूक्ष्मज्ञानावगमन करण्याला जी शारीरिक व मानसिक परिस्थिति लागते ती सध्यां नसल्यानें नैसर्गिक ज्ञानांकुराची खच्ची होते, व पाश्चात्य विद्वानांनां सामना देणारा या देशांत क्वचित् एखादा उत्पन्न होतो.

गणितशास्त्राचा उपयोग.—आजच्या भौतिक सुधा-रणांच्या काळांत गणितशास्त्राचे उपयोग फार व्यापक आहेत (१) पदार्थविज्ञानशास्त्राच्या प्रत्येक शाखेला गणिताची अवश्यकता लागते. (२) ज्या आंकडेशास्त्राला इतकें महत्त्व आहे त्याची उभारणी या शास्त्रावरच आहे. (३) विमा, समाजशास्त्र, अर्थशास्त्र, आणि प्राणिशास्त्र यांना संभव-सिद्धांतासारख्या गणिताच्या शाखांची मदत लागते. (४) ज्योतिषशास्त्रांत ग्रहांच्या कक्षा, गती वगैरे काढण्यास, शंकु-

च्छेद गणित (कॉनिक्स) त्रिकोणमिति, भूमिति यांचें ज्ञान अवश्य लागतें. (५) लढाईत तोफेचा गोळा किती अंतरावर पडेल यासारखें राष्ट्रसंरक्षणास उपयुक्त असलेलें ज्ञान गणितांवरूनच होतें. (६) जमिनीचें किंवा कोणत्याहि जड वस्तूंचें महत्त्वमापन करण्यास, महत्त्वमापन (मेन्सुरेशन) या गणितशाखेची जरूरी आहे. (७) गतिशास्त्र, स्थितिशास्त्र, शून्यलब्धिगणित; (डिफरेन्शल कॅलक्युलस) सूक्ष्मसंचयनगणित (इंटीग्रल कॅलक्युलस), त्रिकोणमिति वगैरे गणित शाखा स्थापत्यशास्त्रांत अन्तर्भूत होतात. (८) बँका, विमा कचेऱ्या यांतून संख्यामापनासाठीं व दुकानांतून रोखजमा मोजण्यासाठीं संख्यामापन-यंत्रें ठेवलेलीं असतात त्यांचा फार उपयोग होऊन बराच वेळ व त्रास वांचतो. (९) मनुष्याच्या उपयोगाकरितां पाण्याची हालचाल करविणारें, पंप, चक्रया, जलपीडन यंत्र वगैरेकडे लागणारें व्यावहारिक जलशास्त्र (हायड्रॉलिक्स) ही एक गणिताचीच शाखा आहे. (१०) हल्लीं प्रत्येक गोष्टीला यंत्राचें साहाय्य घेण्यांत येतें व त्यामुळें थोड्या वेळांत पुष्कळ काम केलें जातें. हीं यंत्रें जड गतिगणित (किनेटिक्स) व यंत्रप्रेरणाशास्त्र (मेकॅनिक्स) यांच्या सिद्धान्तांवर चालतात व हे सिद्धान्त लक्षांत घेऊनच त्यांत सुधारणा करण्यांत येते.

प्रकरण १४ वें.

भूशास्त्रें.

पृथ्वीसंबंधाची निरनिराळ्या प्रकारची माहिती अनेक शास्त्रज्ञांच्या परिश्रमामुळें फार मोठ्या प्रमाणांत उपलब्ध झाली असून ती अनेक शास्त्रशाखांत मिळून विभागली गेली आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागासंबंधाची माहिती 'भूगोल' या सदराखालीं स्वतंत्रपणें येईल. येथें, पृथ्वी तयार कशी झाली म्हणजे तिच्या पोटांतील निरनिराळे थर व द्रव्यें कशीं बनत गेलीं, मूळ निरिंद्रिय द्रव्यापासून सेंद्रिय सृष्टींतील वनस्पतिकोटी व प्राणिकोटी यांच्या उत्पत्तीचा इतिहास लक्षांत घेऊन त्यावरून तिची आयुर्मर्यादा किती ठरते, पृथ्वीच्या भोंवतालचें वातावरण कोणत्या नियमांनीं बद्ध आहे उर्फ वातावरणशास्त्र कसें निर्माण झालें, पृथ्वीच्या जलाच्छादित भागाची माहिती देणाऱ्या 'समुद्रवर्णनविद्ये'ची किती प्रगति झाली आहे, इत्यादि गोष्टी सांगावयाच्या आहेत. म्हणून भूस्तरशास्त्र (जीऑलजी), प्रस्तरावशेषशास्त्र (पॅलीऑँटॉलजी), वातावरणशास्त्र (मीटिऑरॉलजी), समुद्रवर्णनविद्या (ओशनॉलजी), इत्यादि निरनिराळ्या शास्त्रांचा 'भूशास्त्रें' हें व्यापक नांव देऊन या प्रकरणांत एकत्र समावेश केला आहे.

भूशास्त्रांसंबंधाच्या १६ व्या शतकापूर्वीच्या कल्पना.—भूविषयक वरील सर्व शास्त्रांची वाढ अर्वाचीन कालांत, व विशेषतः १८ व्या व १९ व्या शतकांत झालेली आहे. तथापि प्रागैतिहासिक कालांतहि या शास्त्रांसंबंधींच्या कित्येक गोष्टी आद्य मानवजातींच्या अवलोकनांत होत्या. भूकंप, ज्वालामुखीचे स्फोट, जमिनीवरील व समुद्रावरील भयंकर अनर्थकारक वादळें वगैरे नैसर्गिक घडामोडी, तसेंच हिमाच्छादित पर्वत, दऱ्याखोरीं इत्यादि नैसर्गिक परिस्थिति प्राचीन काळापासून लोकांच्या अवलोकनांत येऊन त्यांच्या उत्पत्तीसंबंधानें अनेक काल्पनिक कथाहि तयार झालेल्या आहेत.

भूकंप व ज्वालामुखीचे स्फोट.—भूमध्यसमुद्राच्या किनाऱ्यालगत या सर्व प्रकारच्या नैसर्गिक गोष्टी विशेष प्रमाणांत असल्यामुळें मिसरी, ग्रीक व रोमन विद्वानांनीं या घडामोडींसंबंधानें लौकिक कथांवर विसंबून न राहतां त्यांची शास्त्रीय रीत्या कारणमीमांसा लावण्याचा प्रयत्न सुरू केला. आरिस्टॉटलनें आपल्या 'मीटिऑरिक्स' नामक ग्रंथांत भूकंपाचीं अनेक पूर्वकालीन विद्वानांनीं प्रतिपादिलेलीं कारणें प्रथम देऊन नंतर स्वतःचें मत असें दिलें आहे कीं, सूर्याच्या उष्णतेमुळें व पृथ्वीच्या पोटांतल्या उष्णतेमुळें पृथ्वीच्या अन्तर्भागामध्यें वायु उत्पन्न होऊन त्यामुळें भूकंप होतो. तसेंच भूकंप व ज्वालामुखीचे स्फोट हे दोन व्यापार परस्परसंबद्ध असून वर वर्णिलेला वायु पृथ्वीच्या अन्तर्भागांत चळवळ करतो, तेव्हां धरणीकंप होतो व तोच पुढें जोरानें बाहेर पडला म्हणजे ज्वालामुखीचा स्फोट होतो. हेंच चमत्कारिक कारण पुढें स्ट्रेबो, सेनेका, थोरला प्लिनी, वगैरे विद्वानांनीं आपल्या ग्रंथांत मान्य केलेलें आढळतें.

नद्यांचें कार्य.—नाइल नदीच्या पुराबरोबर जो गाळ दोन्ही बाजूंनां दरसाल वसत असे तिकडे हिरोडोटसचें लक्ष जाऊन, 'मिसर देश ही नाइलची देणगी होय' असे उद्गार त्यानें काढलेले आहेत. आरिस्टॉटलनें भूमध्यसमुद्राला मिळणाऱ्या मोठमोठ्या नद्यांचें कार्य कसें चालू आहे तिकडे बरेंच लक्ष पुरवून त्यांच्याबरोबर वहात येणाऱ्या गाळानें समुद्रकिनारा कोठें कोठें कसा मोठा होत चालला आहे त्याचें वर्णन लिहून ठेविलें आहे. काळ्या समुद्रांतील अनेक बंदरांतल्या पाण्याची खोली कमी झाल्यामुळें साठ वर्षांपूर्वींइतकीं मोठालीं जहाजें तेथें त्या वेळीं येऊं शकत नव्हतीं असें तो सदरहू ग्रंथांत म्हणतो. अशाच प्रकारच्या गोष्टी स्ट्रेबोनें आपल्या ग्रंथांत लिहून ठेविल्या आहेत.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचीं स्थित्यंतरें.—जमिनीच्या ठिकाणीं पाणी व पाण्याच्या ठिकाणीं जमीन असा फेरफार झाला असल्याचें सिद्ध करणारा पुरावाहि प्राचीन ग्रीक, रोमन विद्वानांच्या लक्षांत आला होता. शंख व समुद्रांत सांपडणारे इतर पदार्थ भूमध्यसमुद्रकांठच्या अनेक देशांतील जमिनीवर सांपडत असत. व त्यावरून तेथें एके काळीं समुद्र असावा अशा प्रकारचीं अनुमानें अनेक ग्रीक व लॅटिन ग्रंथांत दिलेलीं आढळतात. झीनॉफानेझनें (ख्रि. पू. ६१४) कोलोफोनमध्यें, झॅन्थसनें (ख्रि. पू. ४६४) आर्मेनिया व लोअर फ्रीजिया-

मध्यें, आणि हिरोडोटस व स्ट्रेबोनें इजिप्तमध्यें, कांहीं भाग पूर्वी जलमय असावा अशीं तेथील भौगोलिक परिस्थिती-वरून काढलेलीं अनुमानें आपल्या ग्रंथांत नमूद करून ठेविलीं आहेत. आरिस्टॉटलनें आपल्या उपर्युक्त ग्रंथांत अशाच प्रकारची पुष्कळशी माहिती देऊन त्यासंबंधाचा शास्त्रीय ऊहापोह बराचसा केला आहे, व अखेर असा निश्चित निष्कर्ष काढला आहे कीं, पूर्वी जेथें कोरडी जमीन होती तेथें समुद्र बनले आहेत व उलट समुद्र असलेल्या ठिकाणीं पुढें पुन्हां जमीन तयार होण्याचा संभव आहे.

यावरून असें दिसतें कीं, भूशास्त्रांतील आधारभूत असलेली भूपृष्ठविषयक पुष्कळशी माहिती प्राचीन विद्वानांनीं जमविली होती. परंतु या नैसर्गिक व्यापारांसंबंधीं त्यांची कारणमीमांसा बरीच चुकीची व चमत्कारिक असे. तथापि याच त्याच्या कल्पना पुढल्या स्तिमित युगांत व मध्ययुगांत १६ व्या शतकापर्यंत यूरोपांत प्रचलित होत्या.

भूस्तरशास्त्र.

आपणांला स्वाभविकपणें असें वाटतें कीं, जेव्हां इतर शास्त्रांची विशेषतः दूरदूरच्या ग्रह ताऱ्यांसंबंधींच्या ज्योतिःशास्त्राची वाढ होत होती तेव्हां त्याबरोबर आपण ज्या पृथ्वीवर राहतों तिजबद्दलच्या भूशास्त्राची वाढ फार जलद नाहीं तरी निदान त्यांच्या इतक्या गतीनें होत असली पाहिजे. पण वास्तविक गोष्ट अगदीं निराळी आहे. मनुष्याचें लक्ष प्रथम जवळच्या-पेक्षां दूरच्या गोष्टींकडेच लवकर जातें. लहान मुलाला ज्याप्रमाणें हातांतील खेळणें टाकून दूरचा चंद्र घेण्याची इच्छा होते त्यप्रमाणेंच मनुष्यालाहि आपल्या जवळच्यापेक्षां आपल्या आटोक्याबाहेरील वस्तूचा ध्यास जास्त लागतो. यामुळेंच अठराव्या शतकाच्या अखेरीस जोतिःशास्त्रांत विश्वांतील दूरदूरच्या भागांतल्या चमत्कारांबद्दल शोध चालले होते, त्यावेळीं भूशास्त्र इतकें जवळचें असूनहि भूपृष्ठरचने बद्दलचीं मतें अगदींच अनिश्चित व परस्परविसंगत होतीं. त्या वेळीं भूपृष्ठरचनेबद्दल जे तर्क लढविले जात ते बहुतेक 'तर्कट' ह्या नांवालाच पात्र असत. पूर्वी पृथ्वी हा एक वर्फाचा गोळा होता आणि एका धूमकेतूचा त्यावर संघात होऊन त्या गोळ्यांत चेतना उत्पन्न झाली असें एका पक्षाचें म्हणणें होतें. दुसऱ्या एका पक्षाचें असें म्हणणें होतें कीं हा गोल पूर्वी जलमय होता, आणि ह्या जलपृष्ठावर बाष्पपटलें तरंगत असत. हीं बाष्पपटलें घन मूलद्रव्यांचीं बनलेलीं असत व हीं मूलद्रव्यें हळूहळू घनरूपांत येऊन त्या पाण्यावर स्थिर झालीं. याप्रमाणें पाणी, बर्फ, घनपदार्थ व पाणी यांचें मिश्रण, यांपैकीं मनास वाटेल त्या पदार्थाकडे पृथ्वीचें जनकत्व देऊन कोणत्या तरी काल्पनिक कारणानें पाणी व घन पदार्थ यांचें पृथग्भवन झाल्याचें वर्णन त्या वेळचे तत्त्वज्ञ करीत. हे जे तर्ककुतर्क चालत ह्या सगळ्याला आधार बायबलमधला जलप्रलय होय. कांहीं जणांनीं असा तर्क लढविला कीं भूगोलाचा अंतर्भाग जलमय आहे, ह्या जलमय गर्तेमध्यें वाह्य आवरण पडलें. ह्यामुळें ह्या आवरणावर सर्वत्र पाणीच पाणी झालें. सर्वांस ज्यास्त संमत असा तर्क होता तो हा कीं, पृथ्वीशेजारी एखादा धूमकेतु संक्रमण करीत असतां त्या धूमकेतूच्या आकर्षणानें पाणी सर्व खंडांवर पसरलें. अशा तऱ्हेनें अठराव्या शतकांत कल्पनेच्या कोलंटउड्या मारण्यांत लोक चूर झाले होते पण आपल्या पायाखालच्या पृथ्वीची रचना प्रत्यक्ष कशी झाली आहे हें पाहण्याचें एकालाहि सुचलें नाहीं.

जेम्स हटन व त्याचा शिलाविषयक अभ्यास.—ह्या सर्व तर्कांनां वस्तुस्थितीचा पाठिंबा जरूर पाहिजे असें डॉक्टर जेम्स हटन ह्याला वाटून तत्संबंधीं अभ्यास करण्याचा त्यानें निश्चय केला. रसायनशास्त्राचा अभ्यास करीत असतां तदनुषंगानें खडक आणि जमीन ह्यांचाहि त्याला अभ्यास करावा लागला. ह्या वेळीं त्याला पृथ्वीचें स्वरूप एकदम निराळेंच दिसूं लागलें. वस्तुस्थितीकडे डोळेझांक करून आजपर्यंत अशी कल्पना लोक उराशीं बाळगून बसले होते कीं, भूपृष्ठांत कांहीं फरक होत नाहींत, भूपृष्ठ आहे तसाच राहील. परंतु भूपृष्ठांत दरवर्षी फरक होत असतो ही गोष्ट निदर्शनास आल्यामुळें हटननें वरील समजूत फोल आहे असें दर्शविलें. मोठमोठे खडक देखील वारा, पाणी इत्यादिकांच्या परिणामानें झिजतात, त्यांच्यावर रासायनिक कार्यें होऊन त्यांची माती होत असतें. समुद्र आपल्या लाटांचे तडाखे मारून या खडकांनां क्षीण करित असतात व त्यायोगें जिकडे तिकडे सावकाश परंतु निश्चितपणें पृथ्वीचा पृष्ठभाग झिजत असून त्यास समुद्रात समाधि मिळत आहे. ही झीज सारखी चालून केव्हां तरी साऱ्याच भूपृष्ठाचा नाश झाला पाहिजे अशी कल्पना हटनच्या डोक्यात आली. परंतु त्याबरोबर त्याला हीहि गोष्ट आठवली कीं, सूर्याचें आयुष्य फार दीर्घ आहे. या गोष्टीवर विचार करून त्यानें आपली पृथ्वीची उपपत्ति बसविली.

भूपृष्ठाची झीज होऊन त्याचा भाग समुद्राच्या तळाशीं जाऊन बसत असल्यामुळें कांहीं भूभाग नाश पावत असतां महासागराच्या पोटांत नवीन भूपृष्ठाची रचना सुरू झालेली असते. चुनखडीचे दगड व खडकांतील प्रस्तरीभूत अवशेष हीं ह्या म्हणण्याचें प्रत्यंतर देतात. ह्या शिलांचें प्रस्तरीभवन व त्यांत सांपडणारे सजीव प्राण्याचे अवशेष इत्यादि गोष्टींचा उलगडा एरव्हीं कसा लागणार? कांहीं लोक हे केवळ सृष्टिचमत्कार आहेत असें म्हणून मोकळे होत असत. हटनच्या अगोदर ह्याचें समाधानकारक उत्तर कोणींच दिलें नव्हतें. प्राक्कालीन जमिनीची झीज होऊन आलेल्या द्रव्यानें हल्लीच्या भूपृष्ठाचा पाया प्राक्कालीन समुद्रांत तयार झाला असें हटननें प्रथम प्रतिपादन केलें.

ज्वालामुखींच्या उत्पातामुळें भूखंड उत्पन्न झाल्याची कल्पना.—हटनच्या ह्या विचारसरणींत अद्याप दोन उणे कमी होते. समुद्राच्या तळाचा भुसभुशीत

गाळ दगडासारखा कसा होतो व तो जलपृष्ठावर कसा येतो? हटननें याचाहि यशस्वी रीतीनें उलगडा केला. आपल्याला पुष्कळ खडक असे आढळतात कीं, त्यांत प्रस्तरीभवन झालेलें दिसत नाहीं; आणि हे खडक एकेकाळीं ज्वलद्द्रवावस्थेंत असावेत असें सूक्ष्म निरीक्षणानें सहज ध्यानांत येतें. निरनिराळीं खनिजद्रव्यें एकमेकांत मिसळलेलीं असतात; या खडकाच्या अन्तर्भागांत इतस्ततः गारगोट्या पसरलेल्या आढळतात; व त्यांच्या मधील वांकड्यातिकड्या भेगा वज्रतुंडासारख्या निराळ्याच प्रकारच्या खडकानें भरलेल्या सांपडतात. परंतु हीं भिन्न द्रव्यें एके ठिकाणीं कशीं जमा झालीं असतील ह्याची कांहींच कल्पना होत नाहीं. थरांचे खडक देखील उष्णतेच्या कार्याच्या कचाट्यांत सांपडून निघाले आहेत असें दिसतें. प्रत्यक्ष निरीक्षणानें ही माहिती मिळाल्यानंतर हटनला आपली उपपत्ति पूर्णत्वाला नेणें सुकर झालें. भूपृष्ठांतर्गत उष्णतेमुळें समुद्राच्या तळाशीं गेलेला गाळ कठिण बनला आणि ह्याच उष्णतेचा अतिरेक होऊन ज्वालामुखीच्या स्फोटामुळें समुद्रांतील गाळ पाण्यावर येऊन खंडें तयार झालीं. पर्वतांचा पृष्ठभाग विषम व खडकाळ असतो व प्रस्तरीभूत शिला झुकलेल्या व तुटलेल्या आढळून येतात. यावरून त्यांच्या उत्पत्तींत ज्वालामुखीचें अंग असल्याचें स्पष्ट होतें. आज दिसणारा पृष्ठभाग नेहमीं झिजत राहून ह्या झिजीचा उपयोग भविष्यत्कालीन भूपृष्ठ बनण्याकडे होत असतो अशी ही पूर्वपरंपरा आहे. हटनच्या मताप्रमाणें प्रस्तुत क्रिया आजपर्यंत चक्रनेमिक्रमानें अनंत वेळां अचूक झाली आहे. ह्या मतानुसार ही आपली पृथ्वी, अनादि व अनंत अशी आहे. अठराव्या शतकाच्या मध्यानंतर लवकरच हटननें आपली उपर्युक्त उपपत्ति तयार केली व १७८१ सालीं एडिंबरोच्या रॉयल सोसायटीकडे एक निबंध लिहून पाठवून ती प्रसिद्ध केली. या निबंधांत तो म्हणतोः—

“ आपली पृथ्वी जर घन पदार्थांचा एक घट्ट गोळा असती तर तिजवर वास्तव्य करणाऱ्या लहानमोठ्या सर्व प्राण्यांस ती अगदीं निरुपयोगी झाली असती. कारण ज्यांच्या आधारावर हे प्राणी जिवंत राहूं शकतात त्या वनस्पती वाढण्यास सुसमृद्ध जमिनीची अवश्यकता असते. तेव्हां दरवर्षी ऊन, वारा, पाऊस, इत्यादि नैसर्गिक शक्तींच्या क्रियांनीं खडकांचें चूर्ण करून ते प्रवाहावरांवर अव्याहतपणें समुद्रांत वाहून नेण्याची जी निसर्गानें व्यवस्था केली आहे ती सृष्टीचे व्यवहार सुरळीतपणें चालण्यास आवश्यक अशी च आहे.परंतु या क्रियेनें होणारा नाश भरून काढण्यासाठीं जर निसर्गानें त्याबरोबरच दुसरी कांहीं सोय करून ठेवली नसेल, तर जमिनीच्या सर्व भागांस कालांतरानें समुद्रांत समाधि मिळून पृथ्वीवरील सर्व व्यवहार बंद पडण्याची भीति आहे. व असें जर खरोखरच होणार असेल तर या सृष्टीची घटना सदोष ठेवण्यांत ईश्वराचा कांहीं तरी हेतु आहे असें तरी म्हणावें लागेल, किंवा या सृष्टीच्या उत्पत्तींत सर्वज्ञ व सर्वशक्तिमान् ईश्वराचें कांहीं अंग नाहीं असें तरी म्हणावें लागेल.

“ अर्थात् आपल्यापुढें हल्लीं जो प्रश्न आहे तो हा कीं, या पृथ्वीची वास्तविक घटना आहे तरी काय ? मानव जातीच्या उत्पत्तीसंबंधीं जो लेखी पुरावा मिळतो त्या पुराव्यावरून आपण अनुमान करूं लागलों तर मानववंशास फारसें पुरातनत्व देण्यास त्यांत आधार सांपडणार नाहीं. निसर्गाच्या इतिहासांत देखील मनुष्यप्राण्याचें अस्तित्व या भूगोलावर फार पुरातन काळापासून आहे असें सिद्ध करणारा पुरावा उपलब्ध झाला नाहीं. तथापि खालच्या वर्गाच्या विशेषतः समुद्रांतील आणि समुद्रकांठच्या प्राण्यांच्या अवशेषांवरून ते प्राणी फार प्राचीन काळापासून अस्तित्वांत आहेत असें दिसतें. या अवशेषांवरून ते नक्की किती जुने आहेत हें सांगणें जरी कठिण आहे, तरी त्यांच्या पुरातनत्वविषयीं कांहीं तरी स्थूल अनुमान आपणांस करतां येतें.

“ आपल्या पृथ्वीवर जे चुनखडीचे खडक आहेत त्यांपैकीं कित्येकांत पोंवळीं, शिंपले वगैरे समुद्रांतील प्राण्यांचे अवशेष प्रस्तरीभूत स्थितींत पहावयास मिळतात. तेव्हां हे खडक आरंभीं समुद्राच्या तळाशीं तयार झाले असले पाहिजेत हें उघड आहे; व एकदां एक चुनखडीचा खडक समुद्राच्या तळाशीं तयार झाला असें सिद्ध झालें म्हणजे त्या बरोबरचे दुसरे सर्व खडक त्याच रीतीनें तयार झाले असले पाहिजेत असें साहाजिकच अनुमान करणें प्राप्त होतें. कांहीं खडकांत आपणांस हे अवशेष पहावयास मिळत नाहींत याचें कारण ते दुसऱ्या एखाद्या रीतीनें तयार झालेले असतात हें नसून, ते कोणत्या तरी कारणानें द्रवरूपांत येऊन मग त्यांचें घनीभवन झालेलें असतें हें होय. ज्यांच्या मध्यें ही क्रिया अर्धवटच झालेली आहे असे कांहीं नमुने सांपडत असल्यामुळें या अनुमानास पुष्टि मिळते.

“ सारांश आपणांस जी जमीन दिसते तिचा नऊदशांशावा, किंबहुना नव्याण्णवशंभरांशावा भाग, तिचीं द्रव्यें एकत्र करून समुद्राच्या तळाशीं टाकण्याची जी निसर्गाची क्रिया अव्याहत चालू असते तिनें बनलेला आहे. ही एकत्रित द्रव्यें निरनिराळ्या प्रमाणांत घनीभूत करण्यांत येऊन वर उचलली जातात किंवा समुद्राचा तळच खालीं खचतो, व अशा रीतीनें आपली कोरडी जमीन तयार होते.

“आतां सृष्टिनिरीक्षणानें, जमिनीचा भाग समुद्रसपाटीच्या वर उचलला जातो म्हणून जें वर अनुमान केलें आहे त्यास कितपत पुष्टि मिळते तें पाहूं. शिलाप्रस्तर जर सर्व समुद्राच्या तळाशींच तयार झाले आहेत, तर ते जेथें तेथें क्षितिजसमांतर व सलगच आढळले पाहिजेत. परंतु पृथ्वीवर आपणांस जे खडक आढळतात त्यांचे पृष्ठभाग वाटेल त्या दिशेस वाटेल तेवढे झुकलेले असतात; एवढेंच नव्हे पण कांहीं तर सरळ उभे असलेले देखील दृष्टीस पडतात. शिवाय हे खडक एक-

मेकांपासून अलग अलग असतात, त्यांच्या आकारांत कल्पनातीत फरक झालेला असतो व त्यांनां वाकड्या तिकड्या व लहान मोठ्या सर्व प्रकारच्या भेगा पडलेल्या असतात. या शिलाप्रस्तरांत एवढा मोठा फेरफार घडवून आणणारी शक्ति त्यांनां वर उचलणाऱ्या शक्तीइतकीच प्रचंड असली पाहिजे हें उघड आहे. जर हे शिलाप्रस्तर उष्णतेनें वितळून मग घनीभूत झाले व भूगर्भांतलि एखाद्या प्रसरणशील शक्तीनें वर फेकले गेले, तर त्यांत दृग्गोचर होणारे सर्व फेरफार घडून येऊं शकतील.

"आपली आजची जमीन हिच्या मागच्याच जमिनीवरील वनस्पतींच्या व प्राण्यांच्या अवशेषांवर उभारलेली नाहीं. एक जमीन तयार होऊन प्राणिकोटीच्या वस्तीलायक होतांच तिच्या नाशास सुरुवात होऊन पुढील जमिनीचा पाया समुद्रांत घातला जातो अशी वस्तुस्थिति नसून, एका जमिनीचा नाश होत असतां तिच्या पुढची जमीन, जिचा पाया पहिली जमीन समुद्रपृष्ठभागावर येऊं लागण्यापूर्वीच कित्येक सहस्रकें समुद्रतळीं घातला गेलेला असतो, ती समुद्रपृष्ठभागावर येऊं लागलेली असते. या क्रियेमुळें जीवकोटीची परंपरा अत्रुटित कायम राहते."

हटनच्या उपपत्तीसंबंधीं समकालीन मत.—हटनच्या मागून जे शोध लागले त्यांच्याशीं जुळवून पाहतां हटनचीं मतें किती अप्रतिम होतीं हें सहज कळण्यासारखें आहे. परंतु ह्या उत्कृष्ट निबंधाकडे लक्ष देण्याचें त्या वेळीं कोणींच मनांत आणलें नाहीं. त्याचा निबंध पुस्तकरूपांत अठराव्या शतकाच्या शेवटच्या दशकांत प्रसिद्ध झाला. तो प्रसिद्ध झाल्यावर हटनच्या अनुयायांचें एक मंडळ स्थापन होऊन त्यानें हटनचीं मतें प्रतिपादन करण्यास सुरुवात केली. तथापि हटनच्या उपपत्तींतलि तपशिलाच्या कित्येक बाबी मान्य न होऊन, जर्मनींत वर्नर प्रभृतींनीं एक विरोधी मंडळ स्थापिलें. सुशिक्षित समाज ह्या झगड्याकडे साशंकवृत्तीनें पहात होता. ह्या शोधांचा अपूर्वपणाच त्यांच्या सार्वत्रिक मान्यतेला आडवा आला. हटनचे शोध धर्मेतिहासाला विरोधी आहेत, ते संभाव्य कोटींतील नाहींत. भूगर्भपरीक्षकांच्या परीक्षणाशीं त्यांचा मेळ मुळींच नाहीं, बुद्धिवादाला ते बिलकुल संमत नाहींत इत्यादि सन १८०० सालीं हटनच्या उपपत्तीबद्दल जें मत प्रकट करण्यांत आलें, ती अतिशय समतोल व समंजसपणाची टीका गणली गेली होती. आणि ह्या सर्व विरोधाचें कारण काय तर पृथ्वीची उत्पत्ति होऊन सहा हजार वर्षांपेक्षां जास्त काल लोटला आहे असें हटननें प्रतिपादन केलें होतें.

ज्योतिःशास्त्रांत नवीन शोध लागत आणि ते लोकांनां पटत; परंतु प्रस्तुत शास्त्रांतील नावीन्य ग्रहण करण्याइतका त्यांच्या बुद्धीचा अद्याप विकास झाला नव्हता. जगाच्या अतिप्राचीनत्वाची हटनची मूलभूत कल्पना खात्री करण्यासारखा पुरावा पुढें आणून लोकांनां पटविणें अवघड होतें.

प्रस्तरावशेषशास्त्राचा उदय नुकताच कोठें झाला असून विल्यम स्मिथ, कूव्हिए वगैरे त्या शास्त्राचे पुरस्कर्ते ह्या मताला पोषक अशी माहिती मिळवीत होते; परंतु त्यांच्या शोधांनां मूर्तस्वरूप अद्याप यावयाचें होतें.

प्लुटोनिस्ट विरुद्ध नेपच्यूनिस्ट.—भूभाग झिजत जातो आणि त्याच्या ऐवजीं भूगर्भस्थित उष्णतेच्या ज्वालामुखी पर्वतांतल्या सारख्या स्फोटक क्रियेनें नवीन भूभाग समुद्रतळ उचलला जाऊन तयार होतात हें हटनचें मत फारसें कोणाला पटलें नाहीं. हटनचा शिष्य प्लेफेअर ह्यानें मुद्देसूद रीतीनें हटनचीं मतें १८०२ सालीं प्रसिद्ध केलीं, तरी लोकांची खात्री पटेना. उलट पक्षीं वर्नरच्या विरोधी पक्षाला संख्याबल चांगलें मिळालें. "आरंभीं सार्वत्रिक असलेल्या तप्तजलनिधींत पृथ्वीच्या विद्यमान कवचांतील सर्व घनद्रव्यें विरघळलेलीं होतीं, व हें पाणी निवत गेलें तसतसे ह्या द्रव्यांचे खडक बनले" अशी सोपी उपपत्ति वर्नरनें प्रतिपादिली असून ती त्याच्या अनुयायांस मान्य झाली. भूगर्भस्थित उष्णतेचें कार्य वर्नरनें मुळीं लक्षांतच घेतलें नाहीं, आणि उष्णतेमुळें खडकांचें रूपांतर होतें हें मतहि सर्वस्वी नाकबूल केलें. हटनच्या अनुयायांनां प्लुटोनिस्ट हें नांव मिळालें, आणि वर्नरपक्षीयांनां नेप्चूनिस्ट ह्या नांवानें ओळखूं लागले. १९व्या शतकाच्या प्रथम चरणांतील भूस्तरशास्त्राचा इतिहास ह्या परस्परविरोधी मतांच्या झगड्यानें भरलेला आहे. तथापि या अवधींत लंडनच्या भूस्तरशास्त्रसंशोधकमंडळाचा प्रत्यक्ष माहिती मिळविण्याचा प्रयत्न चालू होता.

वरील दोन पंथांच्या ज्या खडाजंग्या उडाल्या त्या मुख्यतः वज्रतुंडा (ग्रानाइट) सारख्या प्रस्तरहीन खडकांच्या उत्पत्तीविषयीं होत. प्लुटॉनिस्ट पक्षाचें म्हणणें असें कीं, हे खडक ज्वलनक्रिया-प्रभव आहेत. हा भूगोल हळू हळू थंड पडत आहे असें प्रतिपादणाऱ्या त्या वेळीं मान्यता पावत असलेल्या ज्योतिःशास्त्रीय तेजोमेघमताचा त्यांनीं आधार घेतला. खाणींत आपण जसजसें पृथ्वीच्या मध्याकडे जातों तसतसें उष्णमान अधिकाधिक वाढतें ह्या प्रत्यक्ष प्रत्ययाच्या गोष्टीवर त्यांचा विशेष भर होता व ज्वालामुखी पर्वताच्या चमत्काराचा ते सर्वांत मोठा आधार दाखवित असत. इंग्लिश भूस्तरशास्त्रसंशोधक मंडळाचा चिटणीस जी. पौलेट स्क्रोप ह्यानें बराच पुरावा वगैरे गोळा करून १८२३ मध्यें ज्वालामुखीपर्वतांसंबंधीं एक उत्तम ग्रंथ लिहिला; व त्यांत ज्वालामुखींचीं अतिशय उंच उंच शिखरें देखील भूगर्भांतल्या विवरांतून सर्वस्वी बाहेर पडलेला शिलारस सांचूनच बनलेलीं आहेत, असें त्यानें प्रतिपादन केलें.

इतर पर्वतांप्रमाणेंच ज्वालामुखी पर्वत देखील जलांतून उत्पन्न झाले ह्या मताचा नेपच्यूनिस्ट पंथातर्फे जोरानें पुरस्कार होत होता. तथापि स्क्रोप यास वस्तुस्थितीचें पाठबळ होतें व ज्वालामुखीचसे काय, पण ज्यांनां ज्वालामुखीच्या तोंडाचा आकार आला नाहीं अशा काळवथरी खडकाच्या बऱ्याचशा

सोपानरचनाहि भूगर्भांतील शिलारस वरील थरांतल्या विवरांतून बाहेर येऊन तयार झाल्या आहेत असें आतां सर्वांकडून मान्य केलें जाऊं लागलें.

परंतु इतस्ततः पसरलेल्या कित्येक प्रकारच्या खडकांच्या उत्पत्तिसंबंधीं प्लुटोनिस्टांचें मत ग्राह्य करणें म्हणजे नेपच्यूनिस्टांच्या उपपत्तीस वाटाण्याच्या अक्षता लावण्यासारखेंच होतें.

अशा रीतीनें वज्रतुंडादि ज्वलनक्रियासंभव खडकांच्या उत्पत्तीविषयीं हटनचें मत हळू हळू सर्वत्र मान्य होऊं लागलें. पृथ्वी म्हणजे तापलेल्या रसाचा एक गोळा असून बाहेरील कवच हा केवळ त्यावरील पापुद्रा आहे अशी बहुतेक भूस्तरशास्त्रज्ञांची कल्पना होती. लायेल व इतर कांहींचें असें म्हणणें होतें कीं, तप्तरसांचे प्रदेश हे भूगर्भांत तळ्याप्रमाणें मधून मधून संचय आहेत; व त्यांचें उष्णमान-विद्युत् किंवा रासायनिक क्रियेमुळें भूगर्भांतील द्रव्यें वितळविण्याइतकें वाढलेलें असतें. भूस्तरशास्त्रांतील चमत्कारांचा, पृथ्वीचा सारा अंतर्भाग निदान पोलादाइतका तरी कठिण आहे, या पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांच्या मताशीं मेळ घालणारे कित्येक शोधक असें म्हणतात कीं, वितळलेल्या रसाचा थर बाहेरील घन कवच व पृथ्वीचा घनीभूत मध्यभाग यांच्या दरम्यान आहे. ह्या सर्वांत एक गोष्ट निर्विवाद आहे कीं, भूगर्भांतील उष्णतेमुळेंच प्रस्तरविशिष्ट खडकांनां आजची स्थिति प्राप्त झाली असून त्या उष्णतेमुळें पुष्कळसे इतर चमत्कार घडून येतात.

लायेल आणि नियतक्रमविकासवाद.— तप्तरसावस्थेंत असलेलीं द्रव्यें भूगर्भांत आहेत हें ठरल्यानंतर ओघानेंच असेंहि ठरतें कीं, ह्या पदार्थांचें उष्णमान कमी झालें कीं त्यांचा संकोच झालाच पाहिजे. आंतील द्रव्यांचा संकोच झाला म्हणजे घनीभूत भूकवचाच्या उंचसखलपणांत फरक होणें क्रमप्राप्तच आहे. हटन अगोदरपासून म्हणत होता त्या भूखंड आणि पर्वत ह्यांच्या वर येण्याची अशानें उपपत्ति लागली. परंतु ह्या घडामोडींच्या विवरणांतील कांहीं बाबींसंबंधांत तीव्र मतभेद उपस्थित झाला. हटनपंथीय लोकांचें असें म्हणणें होतें कीं, वराच काळपर्यंत भूपृष्ठांत सापेक्षत्वें स्थिरता असते. परंतु त्याच्या मागून थोडा काळ अत्यंत खळबळीचा येऊन त्या अवधींत भूपृष्ठांत अतिशय झपाट्यानें फेरफार होतो. परंतु आतां समपरंपरावादाचा पुरस्कर्ता लायेल यानें पुढें येऊन असें प्रतिपादन केलें कीं, भूपृष्ठांत पूर्वी कोणत्याहि काळीं जितक्या प्रमाणांत फेरफार झाले असतील, तितक्याच प्रमाणांत ते आजहि होत आहेत; व खंडें व पर्वत तयार होण्याचें कार्य पूर्वीप्रमाणेंच आजहि होत आहे. अपूर्व आणि नियमबाह्य असे फेरफार पृथ्वींत केव्हांहि घडून येत नाहींत. हे सर्व फरक हळू हळू मंद मंद कंपांनीं किंवा फार झालें तर आपल्या नेहमीं अनुभवास येतात तसे एकामागून एक अनेक भूकंप होऊन घडून येतात.

आपल्या म्हणण्याला बळकटी आणण्याकरितां लायेलनें भूपृष्ठांतील अलीकडच्या घडामोडींची माहिती मिळविली. स्वीडनचा किनारा वर येत आहे हें १८०२ मध्यें प्लेफेअरनें व नंतर १८०७ मध्यें व्हान बुश ह्यानें केलेलें विधान त्यानें स्वानुभवानें पडताळून पाहिलें. त्याप्रमाणें पॅटेगोनिआ वर येत आहे हें सिद्ध करणारा डार्विनचा अनुभव आणि ग्रिनलंड खचत आहे हें पिंजेलचें मत त्यानें आपल्या मताच्या पुष्ट्यर्थ पुढें मांडलें. भूकंपांमुळें भूपृष्ठावरील विस्तीर्ण प्रदेश कित्येक फूट खचल्याचा किंवा वर आल्याचा पुरावा तर विपुल जमा झाला होता. या सर्व पुराव्यावरून हें निश्चित ठरलें कीं, भूपृष्ठाचें खचणें किंवा वर उचललें जाणें सदोदित नियमितपणानें चाललेलें असतें. आणि ही घडामोड एकाच दिशेनेंच जर एकसारखी चालू राहिली, तर अतिशय मोठे उंचवटे देखील या रीतीनें तयार होऊं शकतील. पृथ्वीवरील अत्युच्च पर्वत देखील आकस्मिक व अघटित उत्पातांवांचून तयार होणें शक्य आहे ही गोष्ट आतां सरसहा मान्य झाली.

दिसावयाला स्थिर असे भूभाग वस्तुतः स्थलांतर करणाऱ्या समुद्रापेक्षांहि जास्त अस्थिर आहेत, व बाह्यतः इतकीं स्थिर दिसणारीं भूखंडें केवळ युगांतरीं नव्हे तर क्षणोक्षणीं समुद्राच्या लाटांप्रमाणें खालीं वर होत असतात हें आतां स्पष्ट झालें. भूपृष्ठांचीं हीं सावकाश होणारीं आंदोलनें नीट ध्यानांत आलीं तेव्हां भूस्तरशास्त्रांतील अनेक प्रमेयांचा उलगडा झाला. पॅरिसजवळ खाऱ्या व गोड्या पाण्यांत सांपडणारे पदार्थ असलेले प्रस्तर पर्यायानें एकावर एक कूव्हिए आणि ब्रॉंगनार्ट ह्यांनां आढळून आले होते. ह्या विलक्षण गोष्टींतील रहस्य आतां सर्वांच्या ध्यानांत आलें. वातावरणाखालीं तयार झालेले कोळशाचे प्रस्तर पाण्याखालीं तयार झालेल्या मातीच्या थरामध्यें अगर वाळूच्या खडकांमध्यें पोळींतल्या पुरणाप्रमाणें सांपडतात ते कसे ह्याची उपपत्ति लागली. समुद्राच्या जास्तींत जास्त खोलीच्या अनकपट जाडीचे कर्दमप्रस्तर कसे तयार होऊं शकतात या चमत्काराचा उलगडा हे प्रस्तर ज्यांचा तळ हळू हळू खचत होता अशा महासागरांत बनले, या स्पष्टीकरणानें पूर्ण झाला.

प्रस्तरीभूत खडकांच्या उत्पत्तीसंबंधीं सर्व शंकांचें निरसन झाल्यानंतर हटनच्या मताच्या दुसऱ्या भागाबद्दल देखील लोकमत निवळूं लागलें. जमीनीचें सखलीकरण (डेन्यूडेशन) आस्ते आस्ते एकसारखें होत असतें ह्याची प्रचीति कोणालाहि येण्यासारखी आहे. प्रस्तर ज्या ठिकाणीं कललेले दिसतात, तेथें तर उघड उघड असें आढळतें कीं, कित्येक मैल उंच असलेलीं शिखरें साफ झिजून जाऊन पूर्वी जेथें उंच उंच पर्वत होते तेथें आतां दऱ्या झाल्या आहेत. प्रस्तर जेथें सपाट असतात तेथें ह्या सखलीकरणाची साक्ष जास्तच चांगली पटते. कारण, दऱ्या आणि [illegible] वर आलेल्या जमीनीपासून सखली

करण्याच्या क्रियेनें तयार झाल्या असतात हें तेथें उघड उघड दिसून येतें.

वारा, पाऊस आणि धुकें ह्यांच्या आस्ते आस्ते होणाऱ्या क्रियेमुळे-पृथ्वीची अशी अवाढव्य घडामोड होत असेल या कल्पनेचें हटननें तिचें विवरण केल्यानंतर पन्नास वर्षेपर्यंत कोणास आकलन करतां आलें नाहीं. उत्पातवादावर लायेल ह्यानें १८३० सालीं हल्ला चढविला. पंचवीस वर्षें लायेलचें म्हणणें लोकांमध्यें मुरलें, तेव्हां नियतक्रमानें चाललेल्या दीर्घकालीन सृष्टिव्यापारामुळें अवाढव्य घडामोडी होतात हें मत लोकांस पटूं लागलें आणि हटनच्या मतावर त्यांचा विश्वास बसूं लागला. ह्यानंतर सुद्धां मर्किसनसारख्या प्रख्यात भूस्तरशास्त्रज्ञांनीं हटनच्या मताला विरोध करण्याचा प्रयत्न केला. भूगर्भांतील उत्तोलक प्रेरणांमुळेंच पर्वत व दऱ्या तयार झाल्या या जुन्या मताचा तो पुरस्कर्ता होता. तथापि तो जादुगाराच्या पोतडींतून छू मंतर म्हटल्या बरोबर वस्तु बाहेर निघतात त्याप्रमाणेंच पर्वत तयार झाले, असें प्रतिपादन करणाऱ्या यूरोपांतल्या एली डी बोमॉंट व लिओपोल्ड व्हॉन बुश व इतर देशांतील शास्त्रज्ञांपर्यंत मात्र गेला नव्हता. व्हॉन बुश हा १८५३ त मरण पावला. त्याचा स्नेही व वर्ग बंधु व्हान हुंबोल्ट याच्या मतें तो एक प्रख्यात भूस्तरशास्त्रज्ञ होता. तथापि अगदीं मरेपर्यंत त्याची, ज्युरा पर्वतावरील खडकांवर उंच ठिकाणीं आढळणाऱ्या मोठमोठ्या धोंडी तेथें एखाद्या तोफेच्या गोळ्याप्रमाणें जिनिव्हा खोऱ्यापलीकडील पर्वताच्या ओळीवरून फेंकल्या गेल्या आहेत अशीच समजूत कायम होती.

अगासिझ आणि हिमनद्यांच्या कार्याविषयीं मत.—ज्युरा पर्वताच्या सुळक्यावर ज्या मोठमोठ्या धोंडी सांपडतात त्या मूळ त्या ठिकाणच्या नसून कोठून तरी स्थानभ्रष्ट होऊन त्या तेथें आल्या आहेत असें दिसतें. ह्या धोंडी एकाच ठिकाणीं आहेत असें नसून अन्यत्र ठिकाणींहि त्या आढळतात. ह्या धोंडींच्या उत्पत्तीविषयीं तज्ज्ञांमध्यें फार मोठा तंटा चालू होता. बायबलांतील प्रलय हेंच ह्या धोंडींचें आदिकारण असें आरंभीं पाश्चात्यांचें मत होतें. प्रलयाच्या वेळीं पाण्याच्या लोंढ्यानें ह्या धोंडी मूळ ठिकाणापासून हजारों मैल दूर गेल्या असें म्हणण्यांत असंभवनीय असें कांहींच लोकांनां वाटत नसे. नियतक्रमविकासवादी लोकांनां हें मत पटेना; किंवा त्या दुसरीकडून कोठून झोंकल्या गेल्या आहेत हें बुशचें म्हणणेंहि त्यांनां सयुक्तिक दिसेना.

लायेलनें ह्या गोष्टीची कारणमीमांसा ठरविण्याचा प्रयत्न केला. तो म्हणतो कीं हिमपर्वत आपल्या बरोबर सर्व प्रकारचा दगडाचा चुरा वाहून नेऊन समुद्राच्या तळीं नेऊन टाकीत असलेले दृष्टीस पडतात. हल्लींचा भूपृष्ठभाग अनेकदां समुद्राखालीं बुडाला होता. या भूपृष्ठाच्या मज्जनापैकीं अगदीं अलीकडील मज्जनांत हल्लीं डोंगरावर दिसणाऱ्या धोंडी इतस्ततः विखुरल्या गेल्या. ही उपपत्ति अगदीं साधी आणि स्पष्ट आहे. लायेलच्या दुसऱ्या कित्येक मतांस विरोध करणाऱ्या आपत्तिवादाच्या पुरस्कर्त्यांचा देखील लायेलच्या ह्या उपपत्तीची शक्यता कबूल करण्याकडे कल होऊं लागला. ह्या उपपत्तीस लवकरच सार्वत्रिक मान्यता मिळण्याचा रंग दिसत होता.

परंतु एकीकडे ह्या मताचा पगडा जास्तजास्त बसत चालला होता तोंच दुसरीकडे अशा गोष्टी निदर्शनास येऊं लागल्या कीं, ज्यांच्यामुळें ह्या वरील मताचा फोलपणा व्यक्त व्हावयाचा होता. पेरॉडिन नांवाच्या आल्प्स पर्वतांतील एका पारध्याच्या नजरेस ह्या प्रचंड धोंडी पडल्या असतां इतर पारध्यांप्रमाणें त्यानें ह्या चमत्कारांकडे डोळेझांक न करतां ह्या धोंडींचें पूर्ववृत्त काय असेल हें शोधून काढण्याचा तो प्रयत्न करूं लागला. पाण्याखालीं गडप झालेल्या भूपृष्ठाची त्याला माहिती नव्हती, हिमपर्वताचें त्याला ज्ञान नव्हतें आणि नवीन पर्वत उद्भवत असतात ह्या गोष्टीचा त्याला मागमूस देखील नव्हता. प्रलय जरी त्याच्या ऐकिवांत होता तरी खडक बुचांसारखे पाण्यावर तरंगतात ह्या गोष्टीचा त्याला कधीं अनुभव नव्हता. दगडांचे आज जे धर्म दिसतात तेच अतिपुरातन काळींहि असले पाहिजेत. इतकें समजण्यापुरता तो निसर्गनिर्मित नियतक्रमविकासवादी होता. तेव्हां आज दगड शिखराभिमुख जातांना दिसत नसतां, या प्रचंड धोंडी इतक्या उंचीवर कशा जाऊन पडल्या हा प्रश्न साहजिकच त्याच्या पुढें उभा राहिला.

ह्या प्रश्नाला उत्तर देणें आपल्या आवाक्यांत आहे असें पेरॉडिन ह्याला वाटलें. वज्रतुंडासारख्या खडकाच्या मोठमोठ्या धोंडी व बारीक बारीक छकलें दूरवर वाहून नेऊन ज्याला हिमनदीगाळा (मोरेन)चे प्रस्तर म्हणतात ते तयार करणाऱ्या हिमनद्या त्याच्या अवलोकनांत होत्या. आजच्यापेक्षां ह्या हिमनद्या पूर्वी जर प्रचंड असतील तर, या धोंडी नद्यांच्या बरोबर आज दिसतात तेथें जाऊन पडणें शक्य आहे. हें कार्य घडवून आणील अशी अन्य नैसर्गिक शक्ति त्याला माहीत नव्हती. ह्यामुळें त्यानें साहजिकच असा निष्कर्ष काढला कीं, हिमनद्या आजच्या पेक्षां पूर्वी जास्त अफाट असल्या पाहिजेत. पेरॉडिनला हें केवळ सारासार विचारानें कळलें, परंतु त्यामुळें १९ व्या शतकांतील अतिशय अद्भुत आणि अभिमानार्ह असा शोध लागला.

पेरॉडिननें आपलें अनुमान शार्पेंटिअर ह्या तत्कालीन भूस्तरशास्त्रज्ञाला कळविलें; परंतु ह्या पंडितानें पेरॉडिनची त्याच्या विक्षिप्त कल्पनेबद्दल हेटाळणी करून तिचा नुसता विचार सुद्धां केला नाहीं. आपल्या म्हणण्याचा विचार करण्याचें मनांत आणील असा गृहस्थ पुढें दहा वर्षांनीं पेरॉडिनला भेटला. एम. व्हेनेट्झ हा तो गृहस्थ होय. यानें पेरॉडिनच्या मताचा पुरस्कार करून त्याचें विवेचन करणारा एक

निबंध १८२३ सालीं एका स्थानिक परिषदेपुढें वाचला. ह्या योगानें ही गोष्ट शार्पेटिअरच्या पुन्हां निदर्शनास आली, आणि ह्या मतांत संशोधनाई कांहीं तरी भाग असला पाहिजे, असें आतां त्याला वाटूं लागलें.

ह्या नवीन दृष्टीनें विचार करूं लागल्यावर शार्पेटिअर ह्याला त्या पारध्याचें अनुमान सर्वस्वीं बरोबर आहे असें आढळून आलें, व आल्प्स पर्वत ह्या एकेकाळीं बर्फांत पुरलेला होता ह्या मताचा तो एक कट्टा पुरस्कर्ता झाला. १८३६ सालीं त्यानें लुई अगासिझला ह्या मताची ओळख करून दिली. अगासिझची पहिल्या प्रथम खात्री पटेना; परंतु लवकरच तोहि ह्या मतास येऊन मिळाला.

परंतु हिमनद्यांच्या ह्या कार्यांतील मूलभूत कल्पना फारच व्यापकपणें लागू पडण्यासारखी आहे असें अगासिझनें ठरविलें. आल्प्सपर्वतच केवळ बर्फाच्छादित नव्हता,तर त्याच्याप्रमाणें उत्तर गोलार्धांतील इतर पुष्कळ प्रदेशहि होते. इतर ठिकाणीं चौकशी करितां अगासिझच्या असें निदर्शनास आलें कीं या धोंडी, गुळगुळीत झालेले खडक व हिमनदी गाळ सर्वत्रच आढळतात. तेव्हां अगासिझला शेवटीं असें खात्रीलायक वाटूं लागलें कीं, आल्प्सपर्वतावर असलेलें हें बर्फाचें पटल पूर्वी फारच विस्तृत असून उत्तरगोलार्धांतील वरील अक्षांशांतील सर्वच प्रदेश त्यानें व्यापून टाकला होता. अशा रीतीनें एका पारध्यानें केवळ सारासार विचारानें जो निष्कर्ष काढला त्यायोगें अगासिझला सार्वत्रिक हिमयुगाची कल्पना सुचली. १८३७ सालीं अगासिझनें आपल्या म्हणण्याचें स्थूल स्वरूप निबंधरूपानें लोकांपुढें मांडलें, आणि पुढें तीन वर्षांनीं हेंच मत सविस्तर ग्रंथरूपानें प्रसिद्ध केलें. शास्त्रीय संशोधकांत ह्या मताच्या नाविन्यामुळें फार खळबळ उडाली. व्हॉन बुशनें ह्या उपपत्तीविरुद्ध लिहिलेले लेख हेटाळणी, तिरस्कार किंवा रोष या विकारांनीं भरलेले होते; व मर्किसननेंहि त्याच्या नेहमींच्या पद्धतीप्रमाणें टीकेचे तिजवर कोरडे ओढले. लायेल जरी नवीन मतांचा ग्राहकबुद्धीनें विचार करीत असे, तरी हिमपर्वतविषयक आपलें मत बाजूला ठेवून अगासिझच्या मताला तो मान्यता देईना. अगासिझनें बकलंड यास त्याच्या स्कॉटलंडांतच हिमनद्यांच्या कार्याचा प्रत्यक्ष पुरावा दाखविला. तेव्हां त्यानें अगासिझच्या उपपत्तींतील सत्य कबूल केलें; परंतु त्यानें कदाचित् अगासिझची उपपत्ति नियतक्रमविकासवादाच्या विरुद्ध आहे या समजुतीनेंच तिचा पुरस्कार केला असावा. हळू हळू इतर लोकहि या मतास येऊन मिळाले आणि वादाची धुमश्चक्री बरेच दिवस माजून शेवटीं भूस्तरशास्त्राच्या मुख्य सिद्धान्तांत हिमयुगाविषयींच्या सिद्धान्ताला स्थान मिळालें. वादग्रस्त आणि तपशिलाच्या गोष्टींबद्दल मतभेद अद्याप देखील फार आहे. डॉ. क्रोल ह्याच्या म्हणण्याप्रमाणें अनेक हिमयुगें असोत वा नसोत; परंतु निदान एक तरी हिमयुग होऊन गेलें ही १९ व्या शतकांतील नवीन कल्पना आहे आणि तिच्यांत तथ्य आहे हें आतां सर्वांस पटलें आहे.

भूस्तरशास्त्रीय युगें.—एकोणिसाव्या शतकापूर्वी भूस्तरशास्त्राचा उदयच जवळ जवळ झालेला नव्हता असें म्हटलें तरी चालेल. प्रस्तरावशेषशास्त्राचे शोध लागून पृथ्वीचा कालनिर्णय होईपर्यंत, पृथ्वीच्या भूतकालाविषयीं निश्चित स्वरूपाची कल्पना कोणालाच कांहीं करतां आली नाहीं. ह्या बाबतींत नांवाजण्यासारखा प्रयत्न वर्नरचा होय. त्यानें खडकांचे त्यांच्या प्रस्तरीभवनाच्या अनुक्रमानुसार प्राथमिक (प्रायमरी), संक्रमण (ट्रँझिशन) व द्वितीयावस्थाक (सेकंडरी) असे तीन वर्ग केले होते. वर्नरचें निरीक्षण फक्त सॅक्सनी प्रांतापुरतेंच होतें तरी त्यावरून त्यानें खडकांची स्तरपरंपरा सर्वत्र अशीच असली पाहिजे, असा सामान्य सिद्धान्त काढला. कांद्यांतील पापुद्र्यांची रचना जशी व्यवस्थित असते त्याप्रमाणेंच हे खडकांचे संकेंद्रक प्रस्तर पृथ्वीभोंवतीं वेष्टिले गेले आहेत असें वर्नरचें मत होतें. एकमेकांपासून दूर अंतरावर असणाऱ्या दोन प्रदेशांत प्रस्तररचना केव्हांहि सारखी आढळून येत नाहीं, ह्या प्रत्यक्ष पुराव्यापुढें वर्नरचें मत जरी टिकलें नाहीं, तरी वर्नरच्या विचारपद्धतींत सत्यांश मुळींच नव्हता असें नाहीं. भूगर्भांतील प्रस्तर एकामागून एक तयार झाले आहेत ही कल्पना त्याच्या विचारपद्धतींत वेड्यावांकड्या रीतीनें मांडलेली कां होईना येथें दृग्गोचर होते पण तिचा जो त्यानें अर्थ केला तो मात्र बरोबर नव्हता.

भूस्तरशास्त्रदृष्ट्या पृथ्वीची वाढ कसकशी झाली हें प्रत्यक्ष निरीक्षणानें ठरविणाऱ्या पुढील लोकांनां वर्नरच्या या उपपत्तीमुळें कामचलाऊ पाया मिळाला. तथापि प्रस्तरांच्या उत्पत्तीविषयींचें हटनचें मत सर्वमान्य होईपर्यंत दृष्ट चमत्कारांचा बरोबर अर्थ लावला जाणें शक्य नव्हतें.

पृथ्वीच्या घटनेतिहासाची गुरुकिल्ली हातीं येऊन विल्यम स्मिथ जेव्हां तिचा उपयोग करूं लागला, तेव्हां ज्या प्रांतांत त्याचें निरीक्षण चाललें होतें, त्या प्रांतांतील पृष्ठभागावरील खडक यदृच्छेनें ज्याला वर्नरनें द्वितीयावस्थाक म्हणून नांव दिलें होतें ते निघाले. अवशेषांच्या साहाय्यानें त्यानें ह्या खडकांचे पुष्कळ पोटभेद कल्पिले. उलट पक्षीं ब्रॉंग्निआर्ट आणि कूव्हिए यांनीं पॅरिसजवळ पाहिलेले खडक जास्तच अलीकडील असल्याचें आढळून येऊन त्यांनां तृतीयावस्थाक असें नांव देण्यांत आलें. या खडकांपैकीं कित्येक गोड्या पाण्याच्या तळ्यांत तयार झाले असून कूव्हिएनें ज्यांचें प्रथमतः वर्णन केलें ते चमत्कारिक सस्तन प्राणी ह्या खडकांच्या पोटांतच सांपडले होते.

स्मिथनें द्वितीयावस्थाक खडकांचा संशोधनपर अभ्यास केला. परंतु ह्या खडकांच्या खालीं असलेले 'संक्रमण खडक' जवळ जवळ असंशोधितच राहिले होते. मार्किसन आणि अॅडॅम सिजविक ह्या शोधकद्वयापूर्वी ह्या खडकांकडे कोणाचेंहि लक्ष गेलें नाहीं. ह्या संशोधकांनीं वरील खडकांचें कालानुक्रमाप्रमाणें वर्गीकरण केलें. प्राचीन सिलुरिस लोकांच्या

मुलखांत जे खडक सांपडले त्यांनां सिलुरियन (अपृष्ठवंश-युग) खडक असें नांव मिळालें, व इंग्लंडमध्यें डेव्हॉनशाय-रच्या भागांत जे खडक सांपडले त्यांनां डेव्होनियन (मत्स्य-युग) असें नांव देण्यांत आलें.

मागून असें आढळून आलें कीं इंग्लंडच्या कांहीं ठराविक भागांत उत्तरकालीन खडकांच्या थरांतून वर आलेल्या या खडकांचे यूरोपच्या इतर भागांत व अमेरिकेंत एकसारखे हजारों मैल पसरलेले असे सलग विस्तीर्ण प्रस्तर आहेत.

मर्किसन आणि सिजविक ह्यांनीं ज्या खडकांचा अभ्यास केला त्यापेक्षां जुनाट खडक कानडांत विपुल आहेत. ह्या खडकांचा प्रामुख्यानें अभ्यास करणारा पहिला पंडित कानडा सरकारच्या चाकरींतील पहिला विल्यम लॉगन हा होय. याच्या उद्योगाला १८४६ सालीं आरंभ झाला आणि सर विल्यम डॉसन ह्यानें त्याचा उद्योग पुढें चालविला. ह्या खडकांचा अंतर्भाव लॉरेन्शियन वर्गांत होत असून भूगर्भां-तील द्रवरूपावस्थेंत असलेल्या द्रव्यांच्या पहिल्याच घनीभव-नानें ते बनले अशी प्रथम कल्पना होती. परंतु आतां ते सामान्यतः प्रथम प्रस्तरीभूत झालेल्या द्रव्यांचा उष्णतेनें रस होऊन घनीभूत झालेले खडक आहेत असें मानण्यांत येतें.

हे खडक मूळचे असोत किंवा रूपांतरित असोत, साऱ्या उपलब्ध खडकांमध्यें ते जास्तींत जास्त जुनाट आहेत ही गोष्ट निर्विवाद आहे. हडसनच्या किनाऱ्यावरील पश्चिम बाजूचे अॅडिरोंडाक्स व स्टॉर्मकिंगरेंज यांसारख्या जुनाट पर्वतांच्या मानानें अॅलेघनी, आल्प्स, अँडीस, रॉकी वगैरे पर्वत केवळ 'कालचीं पोरें' आहेत.

लॉरेन्शियन खडकांनां आरंभीं प्राणिपूर्वकालीन (अझोइक) असें नांव देण्यांत आलें होतें. पण डॉसननें खालच्या कोटीं-तील प्राण्यांचे म्हणून समजले जाणारे कांहीं अवशेष त्यांत दाखविल्यामुळें त्या नांवाच्या जागीं नीचप्राणिकालीन हें नांव सुचविण्यांत आलें. डॉसनला सांपडलेल्या अवशेषांच्या सत्य-स्वरूपाबद्दल मतभेद झाल्यामुळें ह्या खडकांनां प्राक्तनिक (आर्किअन) हें मोघम नांव देण्याची सूचना सर्वमान्य झाली. मर्किसन आणि सिजविक यांचे सिलुरियन, डेव्हो-नियन व कर्बजनक (अपृष्ठवंशांचीं, मत्स्यांचीं व दगडीकोळ-शाच्या झाडांचीं युगें) वर्ग पुराणयुगाचे निदर्शक आहेत असें गणलें जाऊं लागलें. ह्याच्या पुढील, म्हणजे विल्यम स्मिथच्या प्रस्तरवर्गाला ज्याला पूर्वी द्वितीयावस्थाक असें म्हणत असत त्यास मत्स्ययुगीन (मेसोझोइक) ही संज्ञा प्राप्त झाली. कूव्हिए आणि ब्रॉंग्निआर्ट ह्यांनीं शोधून काढलेल्या खडकांनां सस्तन-प्राणियुगांत घालण्यांत आलें. सर्वांच्या शेवटीं अगदीं अली-कडे, तथापि--व्यावहारिकदृष्ट्या अतिशय पुरातनकाळीं चतुर्थावस्थाक खडक बनले. या खडकांची उत्पत्ति मानव-कालांत पडते.

हें शाब्दिक वर्गीकरण करण्यांत आलेलें असलें तरी भूस्तरशास्त्रांतील हीं युगें अगर कालखंड परस्परांपासून अगदीं अलग अलग आहेत असें नाहीं. लिहिण्याबोलण्याला सोईचें पडावें म्हणून हे भेद करण्यांत आले आहेत. निर-निराळ्या खंडांत जरी ह्या युगांनां तींच नांवें देण्यांत येतात तरी दोन खंडांतील तींच युगें समकालीन असतात असें मुळींच नाहीं. अशा तपशिलाचा निर्णय करण्यास खनिजशास्त्राचा पुरावा पुरा पडत नाहीं. अगदीं शेजारशेजारच्या प्रदेशांतले असले खडक घेतले तरी रचनासाम्यावरून त्यांच्या समकालीनत्वा-बद्दल कांहींच खात्री देतां येत नाहीं. उलटपक्षीं, शेजारी-शेजारी निरनिराळ्या तऱ्हेचे दोन खडक एकदमच तयार होणें अगदीं संभवनीय आहे असें प्रत्यक्ष पुराव्यावरून ठरलें आहे.

कालपरंपरानिर्णयाला प्रस्तरावशेषशास्त्राचा याहून किती तरी अधिक उपयोग होतो. पण तो उपयोग देखील मर्या-दितच आहे. जुने प्रस्तरावशेषशास्त्रज्ञ चुकीनें गृहीत धरीत त्याप्रमाणें, सर्व खडक एकदम तयार होऊन पृथ्वी-वरील साऱ्या भागांत एकसारखें हवामान आणि एकसारख्या प्राणिजाती अशा कधींच अस्तित्वांत नव्हत्या. विकासप्रवण प्राणिजातींच्या अवस्था सामान्यतः सारख्याच असतात हें खरें असलें, तरी एका अवस्थेंतून दुसऱ्या अवस्थेंत जावयास पृथ्वीच्या निरनिराळ्या भागांत सारखाच वेळ लागला असें मानण्यास कांहीं पुरावा नसून त्याच्या उलट मात्र पुरावा भक्कम आहे.

या सर्व भानगडींमुळें ऐतिहासिक भूस्तरशास्त्र फार कठिण झालें आहे. पृथ्वीवरील सर्व पर्वतांची कालपरंपरा ठरविण्याचा अतःपर कोणी प्रयत्न करील असें दिसत नाहीं. एखाद्या खंडाचा विचार करतांना देखील, समुद्रांतून निरनिराळे भाग कसकसे बाहेर पडले ह्याची परंपरा ठरवितांना भूस्तरशास्त्र-ज्ञांनां फार सावधगिरी बाळगावी लागते. प्रत्येक भागांत भू-पृष्ठाजवळ दिसणाऱ्या खडकांच्या रचनेची एकरूपता ह्या कालनिर्णयाच्या बाबतींत उपयोगी ठरते. परंतु भूपृष्ठाचें एक-सारखें सखलीकरण होत असल्यामुळें हा पुरावा देखील पुष्कळ वेळां अपुरा पडतो. एखाद्या ठिकाणीं कांहीं विवक्षित तऱ्हेचे खडक आज दिसतात ह्याचें कारण असें असूं शकेल कीं, हल्लींच्या ह्या खडकावरील अन्य वर्गाचे प्रस्तर झिजून गेलेले आहेत तेव्हां सावधगिरीनें विधान करावयाचें म्हणजे इतकें म्हणतां येतें कीं, पृष्ठाजवळील खडक ज्या युगांतील असेल त्या युगापूर्वी ह्या प्रदेशाला कायमचें स्वरूप आलें नसून तो विकृतिवश होता. इतकें ज्ञान देखील फार महत्त्वाचें आहे.

पृथ्वीचें वयोमान.—पृथ्वी उत्पन्न होऊन ६,००० वर्षें झालीं, हें बायबल या ख्रिस्ती धर्मग्रंथांतील मत १७ व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत यूरोपांत प्रचलित होतें. परंतु 'पृथ्वीचें वयोमान' ह्या भौतिक शास्त्रीय प्रश्नाचें उत्तर धर्म-ग्रंथाधारें देणें हें अतिक्रमण अयोग्य असल्याचें ठरवून १८ व्या शतकांत अनेक शास्त्रज्ञांनीं हा प्रश्न हातीं घेतला. त्यांत

प्रथम जेम्स हटन (१७२६–१७९७) यानें असें दाखविलें कीं, भूगोलाची भूस्तरशास्त्रदृष्ट्या सांप्रतची स्थिति तपासून पृथ्वीच्या गत आयुष्याबद्दल नक्की अनुमान काढणें शक्य आहे. पुढें विल्यम स्मिथनें ईंग्लंडांतीलच जमिनीखालील अनेक निरनिराळे थर निदर्शनास आणून देऊन ते बनण्यास अनेक युगें लागलीं असलीं पाहिजेत असें प्रतिपादन केलें. नंतर कूव्हिए व इतर शास्त्रज्ञांनीं प्रस्तरावशेषशास्त्राचा पाया घातला; आणि अनेक प्रकारच्या प्रस्तरांतील वनस्पतिजाती व प्राणिजाती फार फार जुन्या काळच्या असल्या पाहिजेत असें मत दिलें. जॉन ल्फेअर यानें १८०२ मध्यें एक पुस्तक प्रसिद्ध करून त्यांत असें म्हटलें कीं, जग किंवा पृथ्वी अनादि आहे, त्यांची अमक्या वर्षांपूर्वी उत्पत्ति झाली असें कांहींच म्हणतां येत नाहीं. तात्पर्य, १९व्या शतकाच्या आरंभीं बायबलांतील मत पूर्णपणें त्याज्य ठरून पृथ्वी फार फार जुनी आहे याबद्दल शास्त्रज्ञांत तरी एकमत झालें.

पुढें १८६२च्या सुमारास लार्ड केल्व्हिन यांनीं अनादित्ववादी भूस्तरशास्त्रज्ञांचीं मतें केवळ बांबगोळा टाकल्याप्रमाणें हादरून सोडलीं. कारण केल्व्हिन व इतर पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांनीं पृथ्वीच्या वयोमानासंबंधानें कांहीं नक्की मर्यादा पुढें मांडल्या. त्यांचा पुरावा लक्षांत घेऊन भूस्तरशास्त्रज्ञांनीं आपला अनादित्ववाद सोडून दिला. लवकरच जीविशास्त्रज्ञ दोघांच्या मदतीला आले; व तिघांनीं आपआपल्या परीनें या प्रश्नाबद्दल पुढीलप्रमाणें मतें जाहीर केलीं आहेत.

(अ) पदार्थविज्ञानशास्त्रीय अनुमानें.—या शास्त्रांतील विद्वानांनीं आपलीं अनुमानें (१) पृथ्वीच्या पोटांतील वाढतें उष्णमान, (२) भरतीओहोटीच्या घर्षणामुळें पृथ्वीच्या दैनंदिन गतीस आलेला मंदपणा (पृष्ठ ३५६ पहा) व (३) सूर्याच्या वयोमानाची मर्यादा, या तीन गोष्टींच्या आधारावर उभारलीं आहेत. लॉर्ड केल्व्हिन यांनीं 'पृथ्वी कमींत कमी दोन कोटी व जास्तींत जास्त चार कोटी वर्षांपूर्वी उत्पन्न झाली असली पाहिजे असें मत दिलें. तथापि या बाबतींत या शास्त्रांतल्या विद्वानांतहि मतभेद आहे. उदाहरणार्थ, प्रो० जार्ज डार्विननें असें मत दिलें कीं, पदार्थविज्ञानशास्त्रीय अनुमानांत निर्णयकवा फार थोडी असल्यामुळें पृथ्वीच्या उत्पत्तीचा काल याहूनहि अधिक मागें नेणें अशक्य नाहीं.

(ब) भूशास्त्रीय अनुमानें.—पृथ्वीवरील सर्व खंडांचा ऱ्हास होत चालला आहे; म्हणजे जमीन, पर्वत, टेकड्या वगैरेंचा पृष्ठभाग वरील थर धुपून जाऊन अधिकाधिक सखल होत चालला आहे. एका मनुष्याच्या आयुर्मर्यादेच्या मानानें फारच दीर्घ काल या सखलीकरणाला लागत असतो व त्यामुळें आज आपणांस दिसणाऱ्या टेकड्याहि अनादि कालापासूनच्या आहेत असें सामान्यतः म्हणतात. तथापि पाऊस, धुकें, जलौघ, वादळें, वगैरे कारणांमुळें पृथ्वीच्या सर्व पृष्ठभागावरील जमीन विरघळून समुद्रांत जात आहे, ही गोष्ट सर्वांनां मान्य आहे. सांप्रत या सखलीकरणाचें प्रमाण दरसाल सरासरी १/२५०० ते १/३६०० फूट पडत असतें परंतु येथून जी माती वाहून जाते ती दुसरीकडे कोठेंतरी साचत असली पाहिजे किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे एकंदर सखलीकरण एकंदर प्रस्तरीभवनाइतकेंच असलें पाहिजे. प्रत्यक्ष नदीच्या पाण्यांतलि गाळाचें मोजमाप घेऊन असें आढळून आलें आहे कीं नदीच्या पाण्याबरोबर जमिनीचा १/७३० ते १/६८०० फूट जाडीचा थर दरसाल वाहून जातो. म्हणजे सखलीभूत झालेल्या जमिनीच्या क्षेत्राइतक्या समुद्राच्या तळावर १ फूट थर होण्यास ७३० ते ६८०० वर्षें लागतात. कांहीं ठिकाणीं अशा थरांची जाडी १,००,००० फुटांपर्यंत वाढली आहे. या होत असलेल्या फरकाला किती काल लागला असेल तें ठरविणें शक्य आहे. हल्लींचें सखलीकरणाचें व प्रस्तरीकरणाचें (डिपॉझिशन) मान आधारास घेऊन हिशेब केल्यास हल्लींची स्थिति प्राप्त होण्यास कमींत कमी सात कोटी तीस लक्ष वर्षें व जास्तींत जास्त अडुसष्ट कोटी वर्षें लागलीं असतील. प्रो० सोलस यांचा हिशेब असा आहे कीं, प्रस्तरीभवनानें बनलेल्या खडकांची जाडी २,६५,००० फूट आढळते; आणि एक फूट जाडीचा थर होण्यास शंभर वर्षें याप्रमाणें हिशेब केल्यास पृथ्वीवरील अशा थरांची वयोमर्यादा दोन कोटी साठ लक्ष वर्षांहूनहि अधिक असली पाहिजे.

(क) समुद्रजलाच्या खारटपणावरून काढलेलें अनुमान.—प्रो० जॉलीनें, समुद्र तयार झाल्यापासून आठ नऊ कोटी वर्षें लोटलीं आहेत असें ठरविलें आहे. समुद्राचें पाणी अगदीं गोडें होतें. नद्यांच्या पाण्याबरोबर पृथ्वीवरील क्षार वाहात जाऊन समुद्राला हल्लींचा खारटपणा प्राप्त झाला आहे. एकटा सिंधुक्षार विचारांत घेतल्यास, नद्यांच्या द्वारें दरसाल समुद्रांत जितका क्षार जातो त्याच्या नऊ कोटी पट एकंदर क्षार समुद्रांत जमलेला आढळतो. म्हणजे समुद्राचें वयोमान ९ कोटी वर्षांहून अधिक आहे.

(ड) जीविशास्त्रनिष्पन्न अनुमानें.—जीविशास्त्रज्ञ तर भूशास्त्रज्ञांपेक्षां पृथ्वीचें वयोमान अधिक ठरवूं पाहातात. अत्यंत जुन्या प्रस्तरावशेषदृष्ट्या खडकांमध्यें सांपडणारे प्राणीहि जीविशास्त्रदृष्ट्या बऱ्याच उच्च कोटींतील असतात. इंग्लंडांत कँब्रियनच्या खालच्या ८०,००० फूट खोलीच्या प्रस्तरीभूत खडकांत प्रस्तरावशेष मुळींच सांपडत नाहींत याचें कारण हें कीं, या खडकांमधील अवशेष अगदीं ठिसूळ शरीराच्या जीवकोटीचे असावेत. असलें एकपेशीमय जीव, नंतर त्यांपासून अनेकपेशीमय जीव, त्यांच्यापासून नंतर कठिणशरीरी जीव होण्यास दोन कोटी साठ लक्षांपेक्षां पुष्कळ अधिक वर्षें लागलीं असलीं पाहिजेत.

तात्पर्य, १९ व्या शतकाच्या आरंभीं पृथ्वी ६,००० वर्षांची आहे असें पाश्चात्त्य मत होतें, व त्याच शतकाच्या शेवटीं दिलें वयोमान ३१४ कोटी वर्षांहूनहि अधिक असावें, अशी

मतें पदार्थविज्ञानी, भूस्तरशास्त्रज्ञ, जीविशास्त्रज्ञ वगैरे पंडितांनीं पुढें मांडली. तथापि हा प्रश्न अद्यापहि सुटलेला नाहीं.

समुद्रशास्त्र

समुद्रगर्भातील प्राणी.-- समुद्राच्या अन्तर्गत भागाविषयीं माहिती १८६० पासून अलीकडे बरीच मिळविण्यांत आली आहे. तोंपर्यंत समुद्रांच्या खोल भागांत जीव-जिवंत राहणें शक्य नाहीं असेंच मत होतें. १८६० सालीं उत्तर अतलांतिक महासागरांत संशोधनार्थ काढलेल्या जलपर्यटणांत भाग घेतलेल्या सर्जन-मेजर जी. जी. वॅलिच यानें १००० पुरुष खोलीच्या खालींहि समुद्रांत प्राणी जगूं शकतात असें जाहीर केलें. तथापि या महासागरांचें संशोधन जुन्या व नव्या जगाचा संबंध जोडण्याकरितां विद्युत्संदेशवाहक तारा घालतांना झालें. तेव्हांपासून या माहितीसंबंधाचें एक नवें शास्त्रच तयार झालें आहे. त्यांत लागलेले नवे शोध येथें थोडक्यांत सांगतों. जों जों समुद्रांत खोल जावें तों तों वरील पाण्याचा दाब अधिक अधिक वाढत जातो. २५०० पुरुष खोलीवर दर चौरस इंचास ७० मण इतका हा दाब असतो. इतक्या खोलीवर पाणी अगदीं शांत असतें. समुद्रपृष्ठभागावर कितीही मोठालीं वादळें झालीं तरी खालीं त्यांचा मुळींच संपर्क लागत नाहीं. येथील उष्णमान अगदीं कमी व तें सर्वत्र सारखें असतें. तें शून्यांशाहून जरा अधिक असतें व सर्व वर्षभर सारखेंच असतें. या खालच्या पाण्यांत प्राणवायु बऱ्याच अधिक प्रमाणांत असतो. येथें स्फुरप्रकाशाशिवाय दुसरा प्रकाश नसतो. जिवंत वनस्पती तेथें मुळींच नसतात. परंतु जलचर प्राणी वाटेल तितक्या खोलीवर राहूं शकत असल्यामुळें तेथें मूलरूपप्राण्या (प्रोटोझोआ) पासून माशांपर्यंत अनेक जातींचे प्राणी असतात. हे प्राणी परस्परांस खाऊन व मुख्यतः वरून खालीं जाणाऱ्या सेंद्रिय सृष्टीपैकीं वस्तू खाऊन आपली उपजीविका करतात. तात्पर्य, अगदीं शांत, थंड, अंधारमय व वनस्पतिविहीन असें हें मोठें चमत्कारिक जग आहे !

समुद्राची खोली.—सर जॉन मरे यानें समुद्राच्या तळभागासंबंधानें बरीच माहिती मिळविली आहे. २००० पुरुष म्हणजे दोन मैलांहून अधिक खोल असलेला समुद्रतळाचा प्रदेश एकंदर १०,३०,००,००० चौरस मैल आहे. ३००० पुरुषांहून खोल असे निरनिराळ्या महासागरांत मिळून चाळीस प्रदेश आहेत. व त्यांपैकीं सर्वांत खोल प्रदेश पासिफिक महासागरांत फ्रेंडली बेटांच्या पूर्वेस असून तो ५ मैल ५३० फूट अथवा गौरीशंकर शिखराच्या उंचीपेक्षां २००० फूट अधिक इतका खोल आहे. ध्रुव प्रदेशाच्या पृष्ठभागांवरील पाणी महासागरांत खोल उतरतें; व त्या पाण्याबरोबर जो प्राणवायु खोल तळाशीं जातो त्यामुळें तळाशीं प्राणी जगूं शकतात. उलट खोल तळाशीं प्रकाश व उष्णता मुळींच जाऊं शकत नसल्यामुळें वनस्पती मात्र कोणत्याहि होत नाहींत.

समुद्रतळचीं द्रव्यें.- सर जॉन मरे व ॲबे रेनार्ड यांनीं समुद्राच्या तळभागावर पसरलेल्या थरांचें निरीक्षण केलें. त्यांत त्यांनां दोन प्रकारचें द्रव्य आढळलें:—(१) समुद्राच्या काठाजवळची वाहून गेलेली माती व तिचे बनलेले खडक; आणि (२) मृदुशरीरी (मोलस्क) रेडीओलारीआ, छिद्रकवची (फोरामिनिफेरा) डायटम, वगैरे सेंद्रिय जीवांपासून बनलेला शंखमय भाग. सुमारें अर्धा समुद्रतळभाग तांबड्या चिकणमातीनें आच्छादलेला असतो. ही तांबडमाती वरून निरिंद्रिय व सेंद्रिय पदार्थ जे तळाशीं जाऊन बसतात त्यांचें रासायनिक रूपांतर होऊन तयार होते. या मातींत शार्क माशांचे दांत, व्हेल माशांचीं हाडें हींच पुष्कळ सांपडतात.

अशा या समुद्राच्या तळभागांचे नकाशेहि तयार करतात. यांचा उपयोग भूस्तरशास्त्रज्ञांनां फार असतो. पृथ्वीच्या पोटांतील थर कसे व केव्हां बनले असावे हें ठरविण्यास त्यांची मदत होते.

भूत, भविष्य, आणि वर्तमान काल.—पूर्वी जशा घडामोडी चालल्या होत्या तशाच वर्तमान कालींहि चालू आहेत ही कल्पना हटननें एका शतकापूर्वीं पुढें आणिली. पण त्याच्या समकालीन लोकांनीं त्या कल्पनेचें कांहींच चीज केलें नाहीं. पण आतां ही गोष्ट अगदीं उघड असल्याचें सर्वांस पटलें आहे. सृष्टिनियम अबाधित आणि शाश्वत आहेत हा हटनचा सिध्दान्त नावून सुलाखून निघाला आहे आणि तो सर्वमान्यहि झाला आहे. ह्या सिद्धान्तावरून हटन प्ले-फेअर वगैरे शोधकांनीं जे निष्कर्ष काढले ते मात्र फारसे टिकाऊ नाहींत. भूपृष्ठावरील घडामोडी तंतोतंत पूर्वीप्रमाणेंच चालल्या आहेत असें ह्या मंडळींचें मत होतें परंतु शक्तिनित्यत्वासारख्या सिध्दान्ताच्या ज्ञानानंतर ह्या मताचा पोंचटपणा पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांस हां हां म्हणतां कळला. पृथ्वीच्या शैशवावस्थेंत ह्या घडामोडी जितक्या झपाट्यानें होत होत्या तितक्या पुढें पुढें होणार नाहींत हें लॉर्ड केल्हिनचें मत आतां सर्वसंमत झालें आहे.

पूर्वी ज्या क्रिया घडत होत्या व हल्लीं ज्या घडत आहेत तशाच पुढेंहि घडणार; व ज्या शक्तींचा पृथ्वीच्या घटनेवर मागें परिणाम घडत असे त्या शक्तींचें कार्य पुढेंहि तसेंच अव्याहत चालू राहील. शास्त्रज्ञ मानतात त्याप्रमाणें पृथ्वी हा एक थंडावणारा गोल आहे हें मत जर खरें असेल, तर एक वेळ अशी आली पाहिजे कीं ज्यावेळीं भूपृष्ठ फार कठिण होईल. तथापि भूपृष्ठाची झीज हळूहळू होतच राहील; आणि भूगर्भांतलि उष्णतेमुळें समुद्रतळीं तयार झालेले कर्दमप्रस्तर वर उचलले जाण्याची क्रिया बंद पडल्यामुळें ही झीज भरून निघणें अशक्य होऊन सर्व पृथ्वी जलमय होईल. अशा रीतीनें मनुष्याच्या कालविषयक कल्पनेंतील एक प्रचंड काल चक्र संपेल पण विश्वाच्या व्यापक दृष्टीनें तो केवळ एक नाडीचा ठोकाच होईल !

वातावरणशास्त्र

उल्कापातासंबंधीं जुन्या उपपत्ती.—फ्रान्समध्यें लैगल गांवीं ३ मे १८०३ ला जेव्हां भयंकर मोठा उल्कापात झाला तेव्हां सर्व शास्त्रज्ञांचें तिकडे लक्ष वेधलें. त्यापूर्वी आकाशांतून विद्युत्‌सह पृथ्वीवर होणारा दगडांचा वर्षाव अनेक ठिकाणीं काल्पनिक मानिला जाई; पण या उल्कापातानें, उल्का काल्पनिक कथांच्या कक्षेंतून निघून, ग्राह्य शास्त्राच्या हद्दींत येऊन पडल्या. तेव्हां, या विलक्षण चमत्काराची उपपत्ति देण्यास अनेक अनुमानें पुढें आलीं. एक अनुमान असें होतें कीं, हे दगडांचे समूह वरून पडत नसून, विद्युत्‌क्रियेनेंच पृथ्वीपासून बनतात; पण हें अनुमान लवकरच अग्राह्य ठरलें. रसायनशास्त्रज्ञांची समजुत अशी होती कीं, या उल्का अंतरिक्षांत तरंगणाऱ्या मूल द्रव्यांच्या एकीकरणापासून बनलेल्या असतात. याच्या उलट भूस्तरशास्त्रज्ञांना असें वाटलें कीं, ह्या भूसंभव असून, ज्वालामुखी पर्वतांनीं यांनां बाहेर फेंकिलें आहे. ओल्बर्स, लाप्लास यांसारख्या ज्योतिष्यांनीं वरील विधानांत अशी दुरुस्ती सुचविली कीं हे दगड ज्वालामुखी पर्वतांनीं बाहेर टाकले असतील खरे, पण हे पर्वत पृथ्वीवरील नसून चंद्रावरील होत. या काळच्या आणखी एका कल्पकानें यापुढेंहि जाऊन असें प्रतिपादिलें कीं, उल्का भूसंभव, चंद्रसंभव किंवा प्राचीन ग्रीक म्हणतात त्याप्रमाणें सूर्यसंभवहि नसून त्या ब्रह्मांडगर्भांतून आलेल्या आहेत. हा उल्कांचा ब्रह्मांडविषयक सिद्धान्त क्लॅड्नी या जर्मन पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञानें १७९४ मध्यें, म्हणजे जेव्हां बहुतेक शास्त्रज्ञांनां उल्कांचें अस्तित्व सुद्धां मान्य नव्हतें अशा वेळीं आग्रहानें पुढें मांडिला होता. तुटणारे तारे आणि पृथ्वीवर पडणारे हे पाषाण एकाच गर्भांतले व एकाच जातीचे आहेत असेंहि त्याचें मत होतें. या प्रस्फुरित उल्कांपैकीं प्रत्येक उल्का म्हणजे पृथ्वीच्या वातावरणांत शिरणाऱ्या एका ब्रह्मांडद्रव्यखंडाचें ज्वलन म्हणतां येईल; अशा तऱ्हेचे भ्रमणारे द्रव्यखंड हे आतांपर्यंत कोणत्याहि मोठ्या ग्रहद्रव्याशीं संबंध नसलेले जगद्द्रव्याचे केवळ पुंज होत अशी क्लॅड्नीची समजुत असे.

या अपूर्व सिद्धांताला फारशी पुष्टि मिळाली नाहीं. तत्कालीन ज्योतिषांनां याचें समर्थन करतां येईना; व शास्त्रबाह्य जगानें ह्या सिद्धान्त कबूल केल्यास विश्वाची अपूर्णता गृहीत धरावी लागेल म्हणून, "नास्तिक व पाखंडी" मत असा यावर शेरा मारून याला जोरानें विरोध केला.

ब्रांडीझ व बेंझेनबर्ग यांचे उल्कांच्या गतीसंबंधीं कयास.—लवकरच या वादग्रस्त प्रश्नावर ब्रांडीझ आणि बेंझेनबर्ग या शास्त्रज्ञांनीं कांहींसा प्रकाश पाडून असें दाखवून दिलें कीं, उल्का दर सेकंदास १५ ते ९० मैलांपर्यंत प्रवास करतात. या निरीक्षणात्मक निष्कर्षानें चंद्रसंभव सिद्धान्त खोटा ठरतो. कारण, एखादी वस्तु केवळ चंद्रापासून पृथ्वीकडे येऊं लागली तर तिला इतकी गति येण्यास ती वस्तू कांहीं विशिष्ट आद्यवेगानें फेंकली गेली पाहिजे. पण इतक्या आद्यवेगाची प्रेरणा चंद्रावरील कोणताहि ज्वालामुखीपर्वत देऊं शकणार नाहीं. याशिवाय, त्या काळीं लोकांत अशी दृढ समजुत होती कीं, चंद्रावर जिवंत ज्वालामुखी पर्वत मुळींच नाहींत. या व यासारख्याच दुसऱ्या कांहीं कारणांमुळें उल्कांचा चंद्रसंभव सिद्धान्त अजीबात त्याज्य म्हणून सोडून दिला गेला.

पण उल्कांचा भूसंभव सिद्धान्त इतक्या सुलभ रीतीनें बाजूला सारतां येईना. या काळांत विद्युच्चमत्काराकडे सर्वांचे डोळे लागले असल्यानें, प्रत्येक अज्ञात चमत्काराच्या उपपत्तीस याची मदत घेण्याकडे लोकांचा साहजिकच कल असे. आणि या ठिकाणीं तर, विद्युद्दीप्ति आणि उल्कादीप्ति यांतील उघड उघड साम्यानें या विद्युदुपपत्तीस रंग आणिला होता. खरें पाहतां त्या काळचें लोकांतलें सामान्य मत निरनिराळ्या भूसंभव सिद्धान्तांतच विभागिलें होतें; ब्रह्मांडसंभव सिद्धान्ताकडे लोकांचें अजीबात लक्षच गेलें नव्हतें.

प्रो. ओलमस्टेडचें १८३३ च्या उल्कावृष्टीचें परीक्षण.—पण १८३३ मध्यें एक चमत्कार दृष्टीस पडून या गोष्टीचा कायमचा निकाल लागला. त्या सालीं नोव्हेंबर महिन्यांत एक मोठा उल्कावर्षाव झाला व त्याचें परीक्षण करीत असतांना येल येथील प्रो. डेनिझन ओल्मस्टेडला असें आढळून आलें कीं, त्या वर्षावांतील सर्व उल्का आकाशांतील एकाच केंद्रांतून निघाल्या असून त्या केंद्राचें स्थान ताऱ्याबरोबरच हलत होतें. तेव्हां अर्थात् हा केंद्र पृथ्वीशीं संबद्ध नसला पाहिजे. यापुढें सर्व ज्योतिष्यांनीं उल्का ब्रह्मांडसंभव आहेत हें कबूल केलें. इ० स० १८६६ मध्यें जेव्हां पुन्हां आकाशांतील याच स्थानापासून निघालेला मोठा वर्षाव, न्यूटन व ओल्बर्स यांनीं अगोदर भाकीत केल्याप्रमाणें दिसला, तेव्हां मात्र शिल्लक राहिलेल्या दुराग्रही शंकेखोरांचें पूर्ण समाधान झालें.

क्लॅड्नीच्या उपपत्तीस पुष्टि.—यानंतर, विच्छिन्नकिरणदर्शकानें उल्का व तुटणारे तारे यांचें सादृश्य सिद्ध केलें; व वातावरणांतील या उल्कांचा धूमकेतू व तेजोमेघ यांसारख्या दूरदूरच्या ब्रह्मांडवासीयांशींहि संबंध जोडला गेला. अशा रीतीनें क्लॅड्नीचा १७९४ मधील धाडसी वाटणारा सिद्धांत पूर्ण प्रत्ययास आला, व हल्लींचें ब्रह्मांड मनुष्याच्या पूर्वकल्पनांपेक्षां निराळें आहे अशी खात्री झाली.

याप्रमाणें, ह्या पूर्वीच्या शास्त्रज्ञांस खरा न वाटणारा पाषाण वृष्टीचा चमत्कार अगदीं नैसर्गिक गोष्ट असून, आपल्या वातावरणांत दररोज लाखोंवेळां तो पुन्हां पुन्हां घडत असतो हें सर्वांच्या दृष्टोत्पत्तीस आलें.

सुमेरुज्योति.—जर प्राचीन काळीं लोकांनां उल्का अद्भुत व अभद्र वाटल्या, तर त्याहून जास्त विशाल व प्रेक्षणीय अरुण चमत्काराबद्दल त्यांनां काय वाटलें असेल ? अठराव्या शतकापर्यंत या अरुणचमत्काराविषयीं लोकांची चांगली

भावना नव्हती. पण १७५२ च्या पुढें म्हणजे जेव्हां फ्रांक्लिननें विद्युल्लतेला सिंहासनच्युत केलें तेव्हां अरुणचमत्कार, उल्का, वगैरे सर्व प्रेक्षणीय देखावे नैसर्गिक गोष्टींच्या सदरांत पडूं लागल्या. अरुणचमत्काराची उपपत्ति फ्रांक्लिननें अशी दिली कीं, ध्रुवप्रदेशावरील हिमावर विद्युत्‌चा संचय होऊन, वातावरणाच्या वरील भागांतून विषुवप्रदेशाकडे विद्युत्संयोग होऊन हा चमत्कार उत्पन्न होतो. अठराव्या शतकांत हा समज बराच रूढ झालेला दिसतो. तथापि सतराव्या शतकांत त्याचा फक्त एकाच ठिकाणीं उल्लेख आला आहे. एरास्मस डर्विनच्या मतें,वातावरणाच्या वरील भागांत असलेल्या उल्कांच्या ज्वलनामुळें हा प्रकाश पडत असावा. डाल्टननें प्रथम या अरुणचमत्काराची उंची मोजून ती अजमासें शंभर मैल ठरविली. एतद्विषयक त्याची अशी कल्पना होती कीं, हवेंतील लोहांश असलेल्या कणांवर चुंबकत्वाची क्रिया झाल्यामुळें हा चमत्कार घडतो. डाल्टनची ही उपपत्तीच गेल्या शतकाच्या आरंभीं बहुतेक सर्वमान्य ठरली होती. यानंतर अनेक निरीक्षकांनीं या चमत्काराचा अभ्यास केला, पण त्यांनां त्यास शास्त्राच्या तावडींत आणतां आलें नाहीं. एक शतकापूर्वी त्याच्या वास्तविक स्वरूपाविषयीं ज्याप्रमाणें नक्की माहिती नव्हती त्याप्रमाणेंच आजहि ती नाहीं. तथापि त्याविषयीं अनेक सिद्धान्त पुढें येत आहेत. त्यानंतर कित्येक वर्षांनीं पुन्हा या उपपत्तीचें पुनरुज्जीवन झालें. पण लोहकणांच्या अस्तित्वाचा संबंध ज्वालामुखीशीं न जोडतां वातावरणांतील उल्कांच्या कणांशीं जोडण्यांत आला. अशा प्रकारचे लोहकण ध्रुवप्रदेशांतील व पर्वतांच्या शिखरांवरील हिमावर आढळून आले आहेत. पण त्यामुळें अरुणचमत्काराचा उद्भव होणें कितपत शक्य आहे एवढाच काय तो प्रश्न आहे.

१८१७ त वियाटला आइसलंडच्या ज्यालामुखींतून बाहेर पडलेल्या विद्युद्युक्त लोहांश–धुळींत या चमत्काराचें मूळ दिसूं लागलें. कांहीं शास्त्रज्ञ उंच हवेंतील मेघांवरील किंवा हिमकणांवरील विद्युत्संचयांत या चमत्काराचें जनन शोधितात. कोणी केवळ विरलीभूत हवेंतून विद्युत् जाऊं लागली म्हणजे हा चमत्कार दृष्टीस पडतो असें मानतात. १८३१त फॅरडेनें चुंबकत्वामुळें प्रकाशजन्य चमत्कार होऊं शकतात असें दाखविलें. तेव्हां हम्बोल्टला या चमत्काराचें निराळ्याच रीतीनें स्पष्टीकरण झालेंसें वाटलें. प्रचलित मत असें दिसतें कीं, विषुववृत्तावर विद्युत्प्रवाह उत्पन्न होऊन उंच अंतराळाच्या मार्गानें पृथ्वीच्या चुंबकीय ध्रुवांकडे जातो व त्यायोगें म्हणजे फ्रांकलिनच्या उपपत्तीच्या अगदीं उलट प्रकारानें हा चमत्कार उत्पन्न होतो.

निर्वात नळींत विद्युत्संयोग केला असतां त्याच्या प्रकाशाचें अरुणचमत्काराशीं सादृश्य दिसतें यावरून तो विद्युत्संभव असावा या जुन्या कल्पनेस पुष्टि मिळते. पण एकंदरींत या प्रश्नाचा अद्याप निकाल लागावयाचा आहे. कारण विच्छिन्नकिरणपटांत या अरुणप्रकाशाची जी रेघा येते तिचा पृथ्वीवरील कोणत्याहि द्रव्याशीं संबंध दिसत नाहीं. या ज्योतीचें खरें स्वरूप कांहीं कां असेना, पण भूचुंबकत्वाशीं हिचा निकट संबंध पुष्कळ दिवसांपासून ज्ञात आहे. जेव्हां दीप्तिमान् अरुणप्रकाश दृग्गोचर होतो, तेव्हां पृथ्वीवर चुंबकीय वादळ झाल्यावांचून निःसंशय रहात नाहीं. हें वादळ चुंबकसूचीचें परिवर्तन व विजेच्या तारेची भारणी यामुळेंच काय तें मानवी इंद्रियांस गोचर होऊं शकतें. अशा चुंबकीय वादळांचा सूर्यावरील डागांशींहि विलक्षण संबंध दिसून येतो. सूर्यावरील डागांचा या अरुणचमत्काराशीं प्रत्यक्ष संबंधहि दृग्गोचर होतो. सूर्यावरील डागांच्या कमीजास्त होण्याचें ज्याप्रमाणें ११ वर्षांचें चक्र आहे त्याचप्रमाणें या अरुणचमत्काराचेंहि आहे.

सूर्यावरील डागांच्या संख्याविकारांचा पृथ्वीच्या हवेवर प्रत्यक्ष परिणाम होतो अशी हर्शेलला शंका आली, व त्यानें हें सिद्ध करण्याकरितां गव्हाच्या भावाचा हवामानबोधक याअर्थीं उपयोग करून वरील डागांचें काळजीपूर्वक निरीक्षण केलें. बऱ्याच कालपर्यंत निरीक्षण केल्याखेरीज या गुंतागुंतीच्या विषयाचा उलगडा होण्यासारखा नसल्यामुळें हर्शेलला या प्रयत्नांत यश आलें नाहीं. पुढें वातावरणशास्त्रज्ञांनां विशेषतः उष्ण कटिबंधांतील शास्त्रज्ञांनां, हर्शेलला आलेली शंका बरोबर वाटूं लागली. मेलड्रमनें असें प्रतिपादन केलें कीं, हिंदुस्थानांतील अतिवृष्टीचे ऋतु व सूर्यावरील डागांच्या वृद्धीचे काल यांचा निःसंशय संबंध आहे.

तथापि, हल्लींचे वातावरणशास्त्रज्ञ मागच्या अनुभवानें शहाणे होऊन अशा आगंतुक गोष्टींचा संबंध ज्योतिष चमत्कारांशीं न लावण्याची फार सावधगिरी बाळगतात; तथापि हें बरेंच शक्य दिसतें कीं,पुढील शास्त्रीय शोधावरून हवामान आणि सूर्यावरील डाग, अरुणचमत्कार आणि भूचुंबकत्व यांचे परस्परसंबंध सिद्ध होतील. तोंपवेतों वातावरणशास्त्राच्या अंतर्भागांत वावरण्यास या चमत्कारांनां थोडा संकोचच वाटेल. सांप्रतच्या विशिष्ट व्यासंगाच्या युगांत, या शास्त्राचा सर्व सामान्य व प्रादेशिक वातावरणाशीं जास्त जास्त संबंध येत चालला आहे. या शास्त्राचे भक्त आतां तारे, ग्रह, धूमकेतू किंवा उल्का यांची कांस धरीत नाहींत, इतकेंच नव्हे तर चंद्रालाहि आपल्या राज्यांतून हुसकून लावण्याचा विचार करीत आहेत. पृथ्वीच्या अंतर्भागाची त्यांनां पर्वा नाहीं, व चुंबकत्वासंबंधीं नवीन झालेल्या शोधांची सुद्धां त्यांनां गरज वाटत नाहीं. कारण चुंबकत्वाचा साधारण किंवा प्रादेशिक हवामानाशीं मुळींच कांहीं संबंध नाहीं, असें ते म्हणतात.

बाष्पीभवन, मेघोत्पत्ति आणि दंव.—हवेंतील व्यापारांचें आणखी एक स्वरूप म्हणजे पाण्याची वाफ होय. याकडे सर्वांचें लक्ष वेधून अनेक सिद्धांत पुढें आल्यामुळें या परिचित बाष्पीभवनाच्या चमत्काराची उपपत्ति समजावून

देणें फार कठिण गेलें. फ्रांकलिननें असें सुचविलें कीं, ज्याप्रमाणें पाणी मिठाला विरघळवितें, त्याप्रमाणें हवा पाण्याला विरघळविते. हा सिद्धांत सर्वमान्य झाला होता. तरी डेलुकनें तो पाण्याचें बाष्पीभवन निर्वात जागेंत हवेंतल्यापेक्षांहि अधिक होतें हें दाखवून खोडून काढला. त्याचा स्वतःचा सिद्धांत असा होता कीं, बाष्पीभवन म्हणजे पाण्याच्या कणांचा, उष्णता या काल्पनिक मूलद्रव्याच्या कणांशीं होणारा रासायनिक संयोग होय. एरास्मस डार्विननें या दोनहि सिद्धांतांचें एकीकरण करून असें सुचविलें कीं, हवेंत वाफेचें कांहीं अनित्य परिमाण केवळ द्रावण स्वरूपांत असून त्याशिवाय त्याचा एक नित्य भाग उष्णतेशीं रासायनिक संयोग पावलेला असतो. जॉन डाल्टन या सर्वश्रेष्ठ रसायनशास्त्रज्ञानें हा प्रश्न हातीं घेऊन असें सिद्ध करून दाखविलें कीं, हवेंत पाणी हें अगदीं स्वतंत्रपणें वायुरूपानें वास करतें. इ. स. १८०१ मध्यें त्याला या आपल्या सिद्धान्ताचें विशदीकरण करण्यांत पूर्ण यश आलें, पण तो सर्वमान्य होण्यास पुढें बराच काळ लागला.

हा बाष्पीभवनाचा प्रश्न वादांत असतां, अवक्षेपणाचा (प्रेसिपिटेशन) प्रश्न साहाजिकपणेंच अनिश्चित असला पाहिजे. त्या काळाचा अतिशय विख्यात सिद्धांत डॉ. हुटननें एडिंबरोच्या रॉयल सोसायटींत वाचलेल्या एका निबंधांत ग्रथित केला आहे. हा "पावसाचा सिद्धांत" अवक्षेपणाचें कारण असें देतो कीं, थंड वाऱ्याशीं संयोग होऊन बाष्पसंपृक्त हवेच्या प्रवाहाला आर्द्रता येते; या ठिकाणीं असें गृहीत धरावयाचें असतें कीं, ज्याप्रमाणें ऊन पाण्यांत विरघळलेला मिठाचा जास्त अंश पाणी थंड झालें असतां, अवक्षिप्त होतो, त्याचप्रमाणें रासायनिक दृष्ट्या आर्द्रतेचा जास्त अंश खालीं येतो. बाष्पसंपृक्त हवेला थंडावा आला असतां तींतील आर्द्रतेचें अवक्षेपण होतें. या हुटनच्या कल्पनेंत सत्याचें बीज असल्याकारणानें त्याचा हा निबंध अतिशय महत्त्वाचा ठरला. पुढील सर्व खरे ठरलेले सिद्धांत या पायावरच उभारलेले आहेत.

इ. स. १८०३ मध्यें ल्यूक हावर्डनें आपल्या मेघावरील निबंधांत या अंतरिक्षांतील चमत्कारांचें, विवेचन केलें आहे. त्यांत त्यानें डाल्टनचा बाष्पीभवनाचा सिद्धांत आधारादाखल घेतला आहे. तथापि त्याचें असें आग्रहाचें मत आहे कीं, बाष्प हवेहून स्वतंत्र आहे तरी ती उष्णताकणांशीं संलग्न आहे; ढग पृथ्वीपासून निघून वर गेलेल्या बाष्पाचेच बनतात असें त्याचें म्हणणें आहे. येणेंप्रमाणें हवेंत स्वतंत्र वास करणाऱ्या प्राण व उज्ज वायूंच्या संयोगापासून हे बनतात असें मानणाऱ्यांशीं याचा जरी विरोध आहे, तरी मेघोत्पत्तीच्या क्रियेंत विद्युत्चें बरेंच अंग आहे, असें मानण्यांत त्यांच्याशीं याचें एकमत आहे. दंवाच्या उत्पत्तिसंबंधांत हॉवर्डचें असें म्हणणें होतें कीं, उष्णताकण बाष्पापासून वेगळे होऊन थंड वस्तूंत शिरतात तेव्हां त्या वस्तूंच्या पृष्ठभागावर पाणी जमतें. हें हॉवर्डचें मत पुष्कळसें बरोबर होतें. तथापि त्याची अशीहि कल्पना होती कीं, हवेंत कांहीं एक उंचीवर दंव तयार होऊन नंतर तें पृष्ठभागावर पडतें. त्या वेळीं फ्रान्स आणि अमेरिका या देशांत यासंबंधी प्रचलित कल्पना वरच्याच्या उलट, म्हणजे दंव पृथ्वीपासून वर जातें अशी होती.

या प्रश्नाचा पूर्ण उलगडा डॉ. वेल्सनें केला. इ. स. १७८४ पासून बाष्पीभवन व अवक्षेपण यांचें निरीक्षण करण्यास यानें सुरुवात केली होती, पण इतर व्यवसायामुळें १८१२ पर्यंत त्याला इकडे नीट लक्ष घालतां आलें नाहीं. या अवधींत डॉ. ब्लॅकनें आपल्या अनुद्भूत उष्णतेच्या अभ्यासाच्या योगानें पुढील बाष्पावक्षेपणाच्या वादाला चांगला मुद्दा पुरविला होता. पाण्याची वाफ होतांना उष्णता ग्रहण केली जाते व पाणी द्रवरूपांत आलें म्हणजे पुन्हां ती बाहेर पडते, हें या वेळेपासून पुढें ठाऊक झालें. १७८८ मध्यें डॉ. डार्विननें असें दाखवून दिलें कीं, हवेचा संकोच होतांना तींतून उष्णता बाहेर पडते; व तिचें प्रसरण होतांना ती ग्रहण केली जाते. डाल्टननें १७९३ सालीं आपल्या निबंधांत असें दाखविलें कीं, ही गोष्ट हवेंतील पाण्याच्या बाष्पीभवन व द्रवीभवन क्रियेमुळें घडते. परंतु प्रो. पॅट्रिक विल्सन व सिक्स नामक दुसऱ्या दोन शास्त्रज्ञांनीं कांहीं चमत्कारिक व घोंटाळा उत्पन्न करणारीं विधानें केलेलीं आहेत. त्यांच्या मतें ज्या अर्थीं जेथें दंव बनत असतें तेथील हवा तिच्यावर कांहीं फूट असलेल्या हवेपेक्षां जास्त थंड असते त्या अर्थीं दंव बनत असतांना उष्णता ग्रहण करतें.

१८१६ मध्यें डॉ. वेल्सनें आपला सुप्रसिद्ध निबंध लिहून असें दाखविलें कीं, या वरील शास्त्रज्ञांची चूक म्हणजे त्यांनीं गाडी घोड्यापुढें जोडली ही होय. दंव बनण्यामुळें हवा जास्त थंड झाली असें नव्हे, तर याच्या उलट हवा जास्त थंड झाली म्हणून दंव बनलें. ज्या घनवस्तूवर दंव तयार होतें त्या वस्तूपासून उष्णता विसर्जन झाल्यामुळें सभोंवतालची हवा थंड होते. दंव स्वतः बनतेवेळीं आपल्यांतील अनुद्भूत उष्णता बाहेर टाकतें व अशा रीतीनें उष्णमान सारखें होण्याला मदत करतें. पृथ्वीपासून झालेल्या उष्णताविसर्जनाचें परावर्तन करण्यास जेव्हां आकाशांत मेघ नसतात अशा स्वच्छ रात्रीं दंव कसें तयार होतें याचें उत्तम विवेचन वेल्सनें आपल्या निबंधांत केलेलें आहे. बाष्प हा एक स्वतंत्र वायु असून ठराविक अवकाशांत ठराविक उष्णमानांत त्याचें ठराविक प्रमाणच राहूं शकतें या डाल्टनच्या सिद्धांताची याला जोड दिली कीं, पाऊस, हिम, गोठलेलें दंव, मेघ वगैरेंच्या उत्पत्तीसंबंधाचे सर्व प्रश्न सुटतात. सारांश १७८४ सालीं हटननें वातावरणशास्त्राच्या या क्षेत्रांत सुरू केलेल्या अनुमानप्रधान अमदानीचा वेल्सनें आपल्या या निबंधानें शेवट केला.

समोष्णरेषा व तुलनात्मक हवामानशास्त्र.--डॉ. वेल्सचा निबंध प्रसिद्ध झाल्यावर दुसऱ्या वर्षी फ्रान्समध्यें एका शास्त्रज्ञमंडळाच्या अहवालाचा तिसरा भाग प्रसिद्ध होऊन, वातावरणशास्त्राचें एक नवीन युग प्रस्थापित झालें. या तिसऱ्या व अखेरच्याच भागाच्या शेवटीं अलेक्झांडर हंबोल्टचा एक निबंध होता. त्यांत भूगोलाच्या पृष्ठावर, पर्वतांच्या बाजूंवर व पृथ्वीच्या अंतर्भागांत उष्णतेची कशी वांटणी झाली आहे, ही वांटणी कोणत्या कारणांवर अवलंबून असते व तिचे हवामानावर काय परिणाम होतात इत्यादि गोष्टींचें विवेचन केलें आहे. पण या निबंधास जें एवढें युगारंभक महत्त्व आलें आहे तें पृथ्वीसभोंवतालच्या समोष्ण रेषांचा यांत प्रथमच उल्लेख आला आहे त्यामुळें होय. यानेंच प्रथम तुलनात्मक हवामानशास्त्राचा (कंपॅरेटिव्ह क्लायमेटॉलजीचा) पाया घातला.

प्रादेशिक हवामानांचा तुलनात्मक अभ्यास करण्याचा प्रयत्न नवा नाहीं. मैरननें ज्या निबंधांत आपली उष्णतेच्या मध्योत्सृष्ट किरणविसर्जनाची अशास्त्रीय कल्पना विकासून दाखविली त्यांतच त्यानें या हवामानशास्त्रावरहि कांहीं लिहिलें होतें. यूलरनेंहि आपली श्रेष्ठ गणिती बुद्धि या विषयावर खर्च करून "ध्रुवप्रदेशांतील हिंवाळ्यांतल्या थंडीपेक्षां विषुववृत्तावर मध्यरात्रीं जास्त कडक थंडी पडत असली पाहिजे असा विलक्षण सिद्धांत काढला होता; आणि विशेषतः रिचर्ड किरवान या इंग्रज रसायनशास्त्रज्ञानें गणित व प्रयोग या दोहोंचा उपयोग करून सर्व अक्षांशांवरील उष्णमानें काढलीं होतीं. पण हंबोल्ट व मागचे हे सर्व शास्त्रज्ञ यांत मुख्य फरक हा कीं, अशा प्रकारच्या सर्व गणना केवळ सिद्धान्तावर न करतां वस्तुस्थितीच्या आधारावर केल्या पाहिजेत ही कल्पना त्यानें ग्रहण केली होती. त्यानें काढलेल्या समोष्ण रेषा म्हणजे पृथ्वीच्या नकाशावर कांहीं गूढ गणितानें काढलेल्या रेषा नसून उष्णमापकाचें सहाय्य घेऊन प्रत्यक्ष प्रयोगानें त्या आपल्या भूगोलावर जसजशा आढळून आल्या तसतशा काढलेल्या रेषा होत्या. उदाहरणार्थ, लंडन व हडसनच्या उपसागराचें दक्षिण टोंक हीं एकाच अक्षांशांत आहेत; पण हंबोल्टनें ठरविलेली लंडनची समोष्ण रेषा सिन्सिनॅटी मधून जाते.

एकाच अक्षांशावरील ठिकठिकाणच्या हवामानांतील वरील प्रकारचे व्यतिक्रम फार दिवसांपासून लोकांनां माहीत होते. अमेरिकेच्या आद्य वसाहतवाल्यांनां यूरोपमध्यें कधीं न अनुभवलेला हवेचा कडाखा सोसावा लागला होता. शिवाय कित्येक धूर्त प्रवाशांनीं विशेषतः कुकच्या दुसऱ्या जलपर्यटनांतील सोबती जॉर्ज फॉर्स्टर यानें अनुभवानें असा सर्वसामान्य सिद्धांत बांधला होता कीं, समशीतोष्ण प्रदेशांतील खंडाच्या पश्चिम सरहद्दी त्याच अक्षांशांतील त्यांच्या पूर्व सरहद्दींपेक्षां नेहमीं जास्त गरम असतात. त्याचप्रमाणें समुद्राच्या शेजारील उष्णमानें खंडाच्या अंतर्भागांतील उष्णमानांपेक्षां जास्त सौम्य असतात हें सामान्य तत्व बऱ्याच पूर्वीपासून सर्वांच्या परिचयाचें झालें होतें. पण हंबोल्टच्या समोष्णरेषांनीं या कल्पनांनां प्रथमच स्पष्ट रूप देऊन, तुलनात्मक हवामानशास्त्राचा अभ्यास व्यवहार्य केला.

या समोष्णरेषा कशातरी मांडलेल्या नसून त्या भौगोलिक परिस्थितीवर अवलंबून असतात, हें पुढील अवलोकनांवरून चांगलें दिसून आलें. कोणत्याहि दिलेल्या अक्षांशाच्या सरासरी उष्णमानांत जे अतिक्रम होतात त्यांचीं प्रधान कारणें हंबोल्टनें स्पष्टपणें दाखविलीं आहेत. उदाहरणार्थ, उत्तरगोलार्धांत एखाद्या प्रदेशाचें सरासरी वार्षिक उष्णमान खालील परिस्थितींत चढतें: पश्चिम किनाऱ्याचें सांनिध्य; खंडाच्या बाह्याकाराची द्वीपकल्पांत झालेली विभागणी; उत्तरेकडे खुले समुद्र किंवा दक्षिणेकडे अन्यांसारखे पाण्यांत शिरलेले खंडांतील प्रदेश; थंड वाऱ्यांपासून संरक्षण करणाऱ्या पर्वतांच्या रांगा; दलदली क्वचित् प्रसंगीं गोठणें; वालुकामय कोरड्या जमिनींत अरण्यांचा अभाव; आणि उन्हाळ्यांत आकाशाची प्रसन्नता व सभोंवतालच्या समुद्रांतल्यापेक्षां जास्त उष्णमानें असलेलें पाणी घेऊन येणाऱ्या सागरप्रवाहाचें सांनिध्य. यांच्या उलट परिस्थितींत साहजिकच उष्णमान उतरतें. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे उष्णतेचीं हवामानविषयक विभागणी जमीन व पाणी यांच्या सापेक्ष विभागणीवर, आणि खंडांच्या उच्चनीचताविषयक बाह्याकारावर अवलंबून असते. "वातावरणशास्त्रांतील मोठमोठ्या चमत्कारांचा, भूरचनासंबंध विचारांत घेतला नाहीं तर, स्वतंत्रपणें उलगडा होणें शक्य नाहीं" हा हंबोल्टचा सिद्धांत, इतर सामान्य सिद्धांतांप्रमाणेंच एकदां समजावून दिल्यावर अतिशय साधा वाटेल असा आहे.

व्यापारी व व्यापारविरोधी वारे.--हंबोल्ट हा वातावरणास ज्याच्या तळाशीं आपण रहात आहोंत असा हवेचा एक मोठा महासागरच समजतो. तो वातावरणांतील चमत्कारांचा अभ्यास नेहमीं त्यांचा या सागरांतील तत्समान गोष्टींशीं असलेला संबंध लक्षांत घेऊनच करतो. या दोनहि सागरांत मोठाले नित्य प्रवाह असून ते नेहमीं ठराविक दिशांनीं वाहतात व ते प्रत्येक कटिबंधांतील हवामान बरेंचसें नियंत्रित करतात. हवेचा सागर हा विषुववृत्तावर सूर्याच्या उष्णतेनें नेहमीं सळसळत असून त्यांत वरच्या भागांत विषुववृत्तापासून दोन्ही ध्रुवांकडे दोन प्रवाह वहात जातात व त्यांची जागा भरून काढण्याकरितां खालच्या भागांत दोन्ही ध्रुवांकडून विषुववृत्ताकडे प्रवाह वहात येतात. या खालच्या प्रवाहांनांच व्यापारी वारे असें नांव आहे. विषुववृत्तावरील जास्त ऊन झालेली हवा समशीतोष्ण प्रदेशांत थंड होऊन भूपृष्ठभागावर उतरते व आपल्या ध्रुवाकडे जाण्याचा प्रवास चालू ठेवते; या प्रवाहाला व्यापारविरोधी वारे म्हणतात. व्यापारी वाऱ्यांस विषुववृत्ताकडे येतांना परिभ्रमणाची जास्त जास्त गति असलेल्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून वहात जावें लागत असल्यामुळें जणूं काय ते मागें रेंगाळूं लागतात. या वाऱ्यांच्या

प्रवाहास कांहींशी पश्चिम दिशा मिळालेली असते, याचें कारण हेंच होय. १७३५ सालींच हॅडलेनें या गोष्टीचें अशा रीतीनें स्पष्टीकरण केलें होतें, पण १७९३ मध्यें डाल्टननें स्वतंत्र पद्धतीनें यावर परिश्रम करून, शेवटीं हीच उपपत्ति काढीपर्यंत हॅडलेच्या उपपत्तीस मान्यता मिळाली नाहीं. व्यापारविरोधी वाऱ्यांचे प्रवाह कांहीं अंशीं पूर्वेकडे झुकलेले असतात. त्याला कारण वरच्याच्या उलट आहे. यामुळेंच समशीतोष्ण कटिबंधांत खंडांच्या पश्चिम सरहद्दी आर्द्र समुद्रवातांनीं अवगाहित होतात, पण इकडे त्यांच्या पूर्व सरहद्दींनां हा थंडीचें निवारण करणारा निसर्गाचा व्यापार लाभत नाहीं.

सागरप्रवाह व आखातप्रवाह.—जलसागरांतील मुख्य प्रवाह, समुद्रांतल्या खऱ्याखुऱ्या नद्यांप्रमाणेंच अतिशय समर्याद वाहतात. यांच्यापैकीं अतिशय प्रख्यात व समर्याद प्रवाह म्हणजे सर्वांच्या परिचयाचा आखातप्रवाह (गल्फ-स्ट्रीम) हा होय. तो व्यापारी वाऱ्यांमुळें पश्चिम दिशेकडे वाहूं लागणाऱ्या विषुववृत्तावरील एका प्रवाहांत उगम पावून सेंट रॉक भूशिराजवळ मुख्यतः उत्तर दिशेस वाहूं लागून कॅरिबिअन समुद्र व मेक्सिकोचें आखात यांतून फ्लोरिडाच्या सामुद्रधुनींत शिरतो, व पुढें अतलांतिक महासागरांतून वहात जाऊन यूरोपचा किनारा गरम करतो. सागरप्रवाहाची व विशेषतः आखातप्रवाहाची ही हंबोल्टची व तत्कालीन लोकांची कल्पना पुढें जास्त वादग्रस्त होत चालली. या शतकाच्या मध्यांत लेफ्टनंट मॉरी नांवाचा प्रख्यात वातावरणशास्त्रज्ञ व समुद्राचे नकाशे तयार करणारा यानें गुरुत्वाकर्षणविषयक सिद्धान्त पुढें आणला व प्रवाहांचें मुख्य कारण गुरुत्वाकर्षण आहे असें आपलें मत जाहीर केलें. त्याच्या मतें निरनिराळ्या भागांच्या व समुद्राच्या कमी जास्त उष्णमानासुळें व खारटपणामुळें पाण्याच्या घनतेंत होणारा फरक सागरप्रवाहाची कारणमीमांसा लावण्यास पुरेसा आहे. हा त्याचा सिद्धांत बरीच मान्यता पावला; पण डॉ. जेम्स क्रोल या स्कॉटिश भूस्तरशास्त्रज्ञानें तो सप्रमाण खोडून काढल्यावर, सागरप्रवाहांनां कारण व्यापारी वारे आहेत हा जुना सिद्धांत पुन्हां ग्राह्य झाला. अगदीं नुकतेंच असें सप्रमाण प्रतिपादन करण्यांत आलें आहे कीं, खऱ्या व्यापारी वाऱ्यांच्या दिशेनें वाहणारे इतर वारेहि आखातप्रवाहासारखा प्रवाह उत्पन्न करूं शकतात. तथापि मॉरीची गुरुत्वाकर्षणमूलक सागरजलाभिसरणाची कल्पना अगदींच चुकीची आहे असें म्हणतां येत नाहीं. १८४५ मध्यें सेंटपिटर्सबर्ग येथील प्रो. लेंझनें ही सागरजलाभिसरणाची कल्पना सविस्तर पुढें मांडली, पण पुढें वीस वर्षांनीं डॉ. कार्पेंटर तीच कल्पना पुन्हां स्वतंत्ररीतीनें पुढें आणीपर्यंत ती फारशी ग्राह्य झाली नव्हती. सागरजलाचें असें सर्व साधारण भ्रमण होतें कीं नाहीं हा प्रश्न बाजूला टेविला तरी आज ज्ञात असलेले प्रवाह बरीचशी उष्णता उष्ण प्रदेशांतून ध्रुवाकडे वाहून नेतात, याविषयीं मुळींच वाद नाहीं. डॉ. क्रोलनें एतद्विषयक शास्त्रांत बरेंचसें लक्ष घालून असें ठरविलें कीं, आखातप्रवाह त्याला सूर्यापासून प्रत्यक्ष मिळत असलेल्या उष्णतेपैकीं चतुर्थांशाइतकी उष्णता उत्तर अतलांतिकाकडे नेतो. क्रोल असेंहि जोराचें विधान करितो कीं, जर आखातप्रवाह व त्यासारखेच दुसरे पासिफिकमहासागरांतील प्रवाह अशा तऱ्हेनें उष्णता वाहून नेत नसते तर प्रस्तुत युगांतील प्राणी राहण्याइतकी ऊब भूगोलावर एका अतिशय संकुचित प्रदेशांतच मात्र राहूं शकली असती. डॉ. क्रोलचें असेंहि मत आहे कीं, दक्षिणेकडील व उत्तरेकडील व्यापारी वाऱ्यांत सापेक्षदृष्ट्या थोडा जरी फरक पडला—असा फरक पूर्वीं निरनिराळ्या काळीं झालेलाहि आहे—तरी तो आखातप्रवाहाची हल्लींची दिशा इतकी बदलून टाकील कीं, त्याचा मुख्य अंश हल्लींप्रमाणें उत्तरेकडे न जातां सेंट रॉक भूशिरापाशीं वळसा घेऊन दक्षिणेकडे वहात जाईल. तेव्हां असें झाल्यास हल्लींचा आखातप्रवाह मुळांतच नाहींसा होईल. व डॉ. क्रोलच्या अंदाजाप्रमाणें उत्तरगोलार्धावर याचे परिणाम फार भयंकर होतील. हल्लीं आखातप्रवाहानें गरम होणारे व्यापारविरोधी वारे त्या वेळीं थंड वारे बनून पश्चिम यूरोपच्या किनाऱ्यावर वाहूं लागतील आणि सबंध उत्तरगोलार्धांत नवीन हिमयुग सुरू होण्याचा बराच संभव आहे. पनामाची संयोगभूमि जर खालीं समुद्रांत बसली तर निदान यूरोपपुरतें तरी असेंच संकट ओढवण्याचा संभव आहे. या गोष्टी शक्य कोटींतील म्हणून सांगितल्या, पण त्या संभवनीय आहेत असें मात्र नाहीं. तथापि यावरून वातावरणशास्त्राचा अभ्यास दुसऱ्या त्याला जोडून असलेल्या शास्त्रांच्या संगतीनें केल्यास मात्र तो बरोबर आकलन करतां येईल. या हंबोल्टच्या सांगण्यांत किती तथ्य आहे हें सहज दिसून येणारें आहे कारण सृष्टींत अनन्य संसक्त चमत्कार मुळीं नाहींच.

चक्रवात व प्रति-चक्रवात.—तथापि ही गोष्ट कबूल करणें भाग आहे कीं, वातावरणशास्त्रज्ञाचें मुख्य क्षेत्र ‘ज्याच्या तळाशीं आपण राहतों तो हवेचा सागरच’ असलें पाहिजे. कारण, उष्णता वाहण्यांत जलप्रवाहांनीं कितीहि मदत केली असली, तरी उष्णतेची अंतिम विभागणी करण्याचें काम वातप्रवाहच करतात. डॉ. क्रोलनें प्रतिपादल्याप्रमाणें आखातप्रवाहाच्या पाण्याचा यूरोपच्या किनाऱ्यांशीं प्रत्यक्ष संबंध येऊन ते गरम होतात असें नसून, त्याचें पाणी व्यापार विरोधी वाऱ्यांनां गरम करतें व नंतर हे वारे त्या खंडांवरून वाहून त्यांनां उष्णता देतात, व सर्व ठिकाणीं पाण्यानें सांचविलेली उष्णता प्रत्यक्ष किरणविसर्जनापेक्षां, हवेच्या मध्यस्थीनें आपला फैलाव करूनच प्रादेशिक हवामानांत फेरबदल घडवून आणते.

वाताप्रवाहांच्या अशा उघड उघड महत्त्वामुळें वातावरणशास्त्र शास्त्र या पदवीस येऊन पोंचण्याच्या बरेच दिवस अगोदर यांच्या अभ्यासास प्रत्यक्षपणें सुरुवात झाली होती. १९ व्या शतकाचा उदय होण्यापूर्वींच डाल्टननें आपल्या

व्यापारी-वाऱ्यांविषयींच्या उपपत्तीनें वायु-गतिशास्त्राचा पाया घातला होता. पण इ. स. १८२७ पर्यंत या विषयांत कांहीं प्रगति झाली नाहीं. या सालीं कोनिग्जवर्ग येथील हेन्रिक डब्ल्यू. डोव्ह यानें आपल्या हवामानशास्त्रांतील आंकडे-शास्त्रविषयक अभ्यासांत वायूंचा समावेश केला. त्या पिढींतल्या वातावरणशास्त्रज्ञांचें पुढारीपण पुढें याच्याचकडे आलें.

वाऱ्यांच्या मार्गच्युतीसंबंधीं डोव्हचा नियम.—डोव्हनें वाऱ्यांचें नित्य, अनित्य व नियतकालिक असें वर्गीकरण केलें. त्याचा मोठा शोध म्हणजे सर्व वारे, मग ते कोणत्याहि जातीचे असोत, पृथ्वीच्या परिभ्रमणाच्या तावडींत इतके सांपडतात कीं, ते आपल्या मार्गापासून च्युत होऊन वर्तुलाकार गतींनें फिरतात. म्हणजे, सर्व स्थानिक वारे हे ध्रुव-विपुव वृत्तीय आवर्तांतील लहान लहान भोंवरे होत. अशा रीतीनें या वेळीं प्रथमच नित्य व अनित्य सर्व प्रकारचे वारे नियमाच्या कक्षेंत आणलेले आढळतात.

यापुढें एक पिढीनंतर प्रो. विल्यम फेरेल या अमेरिकन वातावरणशास्त्रज्ञानें एक असा सामान्य गणिती सिद्धांत काढला कीं, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर कोणत्याहि दिशेनें सरळरेषेंत जाणारी वस्तु, पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळें उत्तरगोलार्धांत उजव्या हाताला व दक्षिणगोलार्धांत डाव्या हाताला मार्गच्युत होते. यापूर्वींच १८३५त पॉयसाँ नांवाच्या फ्रेंच पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञानें हा सिद्धांत लोकांपुढें मांडला होता; पण फेरेल यानें स्वतंत्रपणें पुन्हां संशोधन करून, वाऱ्यांच्या गतीला तो लावीपर्यंत त्याचा वास्तविक अर्थ कोणच्या ध्यानांत आला नाहीं.

वादळांसंबंधीं भविष्यें.—आतां व्यापारी वाऱ्याच्या रूपानें व्यक्त होणाऱ्या प्रचंड ध्रुव-विपुववृत्तीय आवर्तापासून स्थानिक वादळापर्यंतच्या वातावरण परिभ्रमणाचें सोपपत्तिक स्पष्टीकरण झालें. जों जों हा वातावरण—परिभ्रमणाचा चमत्कार जास्त जास्त अभ्यासिला गेला, तों तों मोठा आवर्त व लहान लहान भोंवरे यांच्यामधील साम्य जास्त ठळक दिसून आलें. ज्याप्रमाणें प्रत्येक गोलार्धांतील सबंध वातावरण, एकत्रित पाहिलें असतां त्या गोलार्धाच्या ध्रुवाभोंवतीं मोठ्या भोंवऱ्यांत वाहतांना दिसेल, त्याचप्रमाणें या मोठ्या प्रवाहांतील स्थानिक क्षोभ नेहमीं स्थानिक वादळाच्या केंद्राभोंवतीं भोंवऱ्यांसारखे फिरतांना दिसतात. त्याच वेळीं वादळाचा केंद्रहि मुख्य प्रवाहाबरोबर पुढें वहात जात असतो. बहुतेक-वेळां, उदाहरणार्थ उत्तर समशीतोष्ण कटिबंधांत, वादळाचा केंद्र आपल्या स्थानिक भोंवऱ्यासह ईशान्येकडे व्यापार-विरोधी वाऱ्याच्या मुख्य प्रवाहाबरोबर वहात जातो. क्वचित् प्रसंगीं याचा मार्ग आग्नेयीस असला तरी, पश्चिमेकडे जाण्याइतका तो मूलप्रवाहापासून बहुधा कधींच ढळत नाहीं. याचें उदाहरण म्हणजे, संयुक्त संस्थानांत होणारीं वादळें. तीं होण्यापूर्वींच अंतर्भागांतून धाडलेल्या विद्युत्संदेशानें समुद्र-किनाऱ्यावर जाहीर करतां येतात, पण अशाच प्रकारचीं वादळें यूरोपांत महासागरावरून अगोदर जाहीर न होतां येतात. तेव्हां, अमेरिकेंत हवाखात्यांच्या भविष्यांचा जास्त व्यावहारिक उपयोग कसा होऊं शकतो हें चांगलें दिसून येतें.

चक्रवात व प्रतिचक्रवात यांतील भेद.—स्थानिक भोंवरे या शब्दयोजनेंतील स्थानिक याचा अर्थ संकुचित नाहीं. कारण त्यांतील एकेक भोंवऱ्याचा व्यास एक हजार मैलांपेक्षां जास्त असूं शकेल, आणि अतिशय लहान भोंवराहि दोनशें तीनशें मैलांचा प्रदेश व्यापील. पण भोंवऱ्याचा आकार कांहींहि असो, त्यांतील हवा नेहमीं दोहोंपैकीं एका मार्गाचा अवलंब करते. ती कधींहि संकेंद्रिय वर्तुळांत फिरत नाहीं; ती नेहमीं उतरत्या नागमोडी मार्गानें केंद्राकडे तरी धांव घेते, किंवा रुंदावणाऱ्या नागमोडी मार्गानें केंद्रापासून बाहेर पसरत जाते. पहिल्या क्रियेंत तिला चक्रवात व दुसरींत प्रतिचक्रवात म्हणतात. चक्रवात म्हणजे भयंकर वादळ असा जो त्याचा रूढ अर्थ आहे तसा त्यास शास्त्रीय परिभाषेंत नाहीं. वादळाच्या केंद्राकडे वाहणाऱ्या वाऱ्याच्या वारीक झुळुकेला देखील वातावरणशास्त्रज्ञ चक्रवातच म्हणेल, व वेस्ट इंडीज मधील मोठ्या वावटळींनांहि तो तेंच नांव देईल. बहुधा या दोनहि उदाहरणांत केवळ वाऱ्यालाच चक्रवात हें नांव देणें बरोबर होणार नाहीं; भोंवऱ्यांच्या सबंध प्रकाराला, जेथें कदाचित् बिलकुलच वारा नसण्याचा संभव आहे तें वादळाचें केंद्र धरून, ही संज्ञा दिली पाहिजे.

चक्रवाताची दिशा व वेग.—आतां हें वादळाचें केंद्र म्हणजे काय असा प्रश्न साहजिकच उद्भवतो. हें केंद्र म्हणजे दुसरें तिसरें कांहीं नसून, जेथें हवेचा दाब कमी आहे असें क्षेत्र होय. या क्षेत्रांतील हवा भोंवतालच्या प्रदेशांतील हवेपेक्षां जास्त हलकी झालेली असते. गुरुत्वाकर्षणामुळें पाण्याप्रमाणेंच हवाहि नेहमीं समभाव होण्याचा प्रयत्न करीत असते. म्हणून जड हवा सर्व बाजूंनीं कमी दाबाच्या क्षेत्राकडे वहात येते व अशा रीतीनें तें क्षेत्र वादळाचें केंद्र बनतें, पण असे आंत घुसणारे हवेचे प्रवाह आपल्या जागेकडे सरळ कधींहि येत नाहींत, तर फेरेलच्या सिद्धांताप्रमाणें ते उजवीकडे च्युत होतात. या योगें डावीकडून उजवीकडे या एकाच दिशेनें नेहमीं फिरणारे चक्रवात उत्पन्न होतात. चक्रवाताच्या सीमेवरील व वादळाच्या केंद्रांतील हवेच्या दाबामध्यें जो फरक पडतो, त्यावर पुष्कळ अंशीं या चक्रवाताचा वेग अवलंबून असतो. चक्रवाताच्या प्रवाहांच्या च्युतीचें प्रमाण कांहीं अंशीं त्यांच्या वेगावर अवलंबून असतें व म्हणून वारा केंद्राकडे उतरत्या नागमोडी मार्गानें येईल हेंहि त्यावरूनच निश्चित होतें. पण चक्रवातांच्या सर्व प्रकारांत त्याच्या प्रत्येक भागांत एखादा मनुष्य वाऱ्याकडे पाठ करून उभा राहिला तर वादळाचें केंद्र त्याच्या डावीकडे असतें हा वाइज बॅलटचा नियम सारखा लागू पडतो.

द्रवीभूत होत असलेल्या बाष्पांतून निघणाऱ्या उष्णतेसंबंधीं टिंडालचा कयास.—हवेच्या कमी दाबामुळें वादळाचें केंद्र निश्चित होतें व चक्रवात उद्भूत होतो, याचें मुख्य कारण उष्णमानाच्या अतिरेकामुळें झालेलें हवेचें प्रसरण होय. उष्ण झालेली हवा वर थंड प्रदेशांत गेल्यावर तींतील वाफेचा कांहीं भाग द्रवरूप पावून त्याचें मेघांत रूपांतर होतें व या क्रियेंत एक नवीन गतिविशिष्ट शक्ति त्या हवेस प्राप्त होते कारण बाष्पाचा प्रत्येक कण द्रवीभूत होतांना आपल्या अनुद्भूत उष्णतेचा कांहीं अंश बाहेर टाकतो. प्रो. टिंडालच्या अनुमानाप्रमाणें एक पौंड वाफ पांच पौंड बीड वितळविण्यापुरती उष्णता बाहेर टाकते; तेव्हां जेथें मोठमोठाले ढग तयार होतात तेथील बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेपासून हवेच्या प्रापण (कन्व्हेक्शन) प्रवाहांस बरीच महत्त्वाची मदत होत असली पाहिजे; व म्हणून तयार होत असलेल्या चक्रवाताच्या वादळ वाढविणाऱ्या शक्तींतहि त्या योगें फार मोठी भर पडत असावी.

प्रतिचक्रवाताचें स्वरूप—प्रतिचक्रवाताच्या सर्व गोष्टी चक्रवाताच्या अगदीं उलट असतात. जास्त दाबाचें क्षेत्र त्याचें केंद्र असतें, व या केंद्रांतून हवा जोरानें बाहेर पडून, कमी दाबाच्या सभोंवतालच्या प्रदेशांत सर्व बाजूंस फांकते. पहिल्या क्रियेंतल्याप्रमाणेंच या क्रियेंतहि प्रवाहाचे सर्व भाग उजवीकडे च्युत होतील व चक्रवाताच्या विरुद्ध दिशेनें गति असलेला एक भोंवरा उत्पन्न होइल. पण या प्रकारांत शक्तिसंचयाऐवजीं शक्तिविक्षेपाकडेच जास्त प्रवृत्ति दिसून येते.

वातावरणशास्त्रांतील निरीक्षणें व हवामानसंबंधीं भाकितें.—"हवाखातें" चालविणाऱ्या धंदेवाईक वातावरणशास्त्रज्ञांचें (उदाहरणार्थ, अमेरिकेंतील) सर्व लक्ष या गोष्टीकडे इतकें लागलेलें असतें कीं, चक्रवात हुडकण्या खेरीज त्याला दुसरा कांहीं धंदाच नाहीं असें वाटूं लागतें. मुख्यत्वेंकरून ह्या चक्रवात हुडकण्याकरितांच सरकारच्या वतीनें हवाखातीं सर्व जगभर स्थापन करण्यांत आलीं आहेत. त्याचें मुख्य काम म्हणजे, तारेच्या वातम्यांच्या सहाय्यानें चक्रवातांच्या मागें लागावयाचें, त्यांचा मार्ग आंखावयाचा आणि त्या वेळची हवेसंबंधीं इतर परिस्थिति नमूद करून ठेवावयाची. ज्यांना त्यांचीं भाकितें असें म्हणण्यांत येतें त्या वस्तुतः केवळ अगोदर दिलेल्या सूचनाच असतात. विद्युत्संदेश वाऱ्यापेक्षां जलद जात असल्यामुळें त्यांनां स्थानीय भाकितस्वरूप येतें. १९०४ पर्यंत जगांत फक्त एकाच ठिकाणीं वातावरणशास्त्रज्ञाला भाकित या संज्ञेला पात्र अशी दीर्घदृष्टी चालवितां आली होती. हें ठिकाण उत्तर हिंदुस्थानांतील गंगथडींत आहे. या देशांत हवामान बव्हंशीं पर्जन्यवारे नांवाच्या नियतकालिक वाऱ्यांवर अवलंबून असतें. उन्हाळीं पर्जन्यवारेच सर्वस्वी आवश्यक असा पाऊस घेऊन येतात. जर ते उशिरां आले किंवा त्यांचा विस्तार कमी असला, तर अवर्षण होऊन दुष्काळ पडेल, त्याचप्रमाणें जर हिमालयावर भयंकर मोठा किंवा फार उशिरां हिमवर्षाव झाला तर हिमद्रवणामुळें उन्हाळ्यांतील उष्णमान कमी होऊन पर्जन्यवाऱ्याचा निरोध होण्याचा संभव असतो. तेव्हां या ठिकाणीं पर्वतांतील हिमपतनाचें निरीक्षण करून, पुढील पावसाची सरासरी बहुतेक बिनचूक काढतां येणें शक्य होतें. १८९६ चें अवर्षण व त्यापुढील भयंकर दुष्काळ वगैरे, वरील रीतीनें कांहीं महिने पूर्वींच भाकित केलेला होता.

व्यावहारिक वातावरणशास्त्राचा हा अतिशय मोठा विजय होय. समशीतोष्ण कटिबंधांत कोठेंहि अद्याप हें शक्य झालेलें नाहीं. पण पुढें होईल कीं नाहीं हें कोणीं सांगावें? कारण या विषयावर सर्व जगभर जमा होत असलेल्या गोष्टींचें वर्गीकरण करून त्यावरून निष्कर्ष अद्याप काढला जावयाचा आहे. तेव्हां वातावरणशास्त्र मुख्यत्वेंकरून भविष्यत्कालीन शास्त्रच म्हटलें पाहिजे.

प्रस्तरावशेष शास्त्र.

पृथ्वीच्या पोटांतील थरांत जे प्राण्यांचे व वनस्पतींचे अवशेष आढळून येतात त्यांसंबंधानें संशोधन सुरू होऊन व्यापक भूशास्त्राची 'प्रस्तरावशेषशास्त्र' ही स्वतंत्र शाखा निघाली. या शाखेलाच इंग्रजींत पॅलीऑन्टॉलजी असें नांव आहे. हे अवशेष पूर्वकालीन प्राण्यांचेच आहेत असें मान्य होण्यास फार पंचाइत पडली व त्यामुळें १७—१८ व्या शतकापर्यंत या शास्त्रांत फारशी प्रगती झाली नव्हती.

लिओनार्डो डॉ व्हिन्सि (१४५२–१५१९) ह्यानें प्राण्यवशेषांचें खरें स्वरूप ओळखल्यानंतर (पृ. २८६ पहा) क्वचित एखाद्या माणसाच्या मनांत पृथ्वीच्या खडकाळ भूपृष्ठभागाखालीं असंख्य प्राणी पुरलेले असावेत असा विचार येई, एखादा गुलहौशी ह्या अवशेषांचा संग्रह करीत असे; व चुकून एखादा तत्त्वशोधक ह्या अवशेषांच्या पूर्वस्थितीबद्दल विचार करीत असे. सतराव्या शतकांतील रॉबर्ट हूक आणि स्टेनो, तसेंच अठराव्याशतकांतील मोरो, लिबनिट्झ, बफन, हटन, इत्यादि विचारी माणसांनां हे अवशेष पृथ्वीच्या प्राचीन इतिहासाच्या दृष्टीनें फार महत्त्वाचे आहेत अशी ओझरती आणि अस्पष्ट कल्पना आली होती परंतु ह्या अवशेषांचें पूर्ण महत्त्व यांपैकीं कोणालाच कळलें नव्हतें.

ह्या शास्त्राचीं मूलतत्त्वें फारशीं गूढ आहेत असा मुळींच प्रकार नाहीं. वस्तुस्थिति अशी होती कीं, ह्या लोकांचे कांहीं पूर्वग्रह असत आणि त्यामुळें त्यांच्या विचाराला भलतेंच वळण लागलें. ह्या पूर्वग्रहांचा उच्छेद होण्याकरितां निर्विकार बुद्धीनें पाहणारा आणि जें दिसेल त्याचा व्यवहारज्ञानाचा उपयोग करून विचार करणारा असा एखादा संशोधक पाहिजे होता. अठराव्या शतकाच्या अखेरीस उदयास आलेला विल्यम स्मिथ (१७६९—१८३९) हा गृहस्थ

अशा तऱ्हेचा होता. त्याच्या अग्रपैलूपणामुळें, प्रस्तुत शास्त्राचें धुरीणत्व त्याच्याकडे आलें आणि त्याच्या सिद्धान्तामुळें प्रचलित विचारपद्धतींत फारच खळबळ उडून गेली.

प्रस्तरीभूत खडकांत किंवा जमिनीच्या भिन्न प्रस्तरांत जे अवशेष मधून मधून सांपडले त्यांचें निरीक्षण करतेवेळीं आपल्या निरीक्षणाचे परिणाम किती दूरवर पोंचणार आहेत त्याची स्मिथला कांहींच कल्पना नव्हती. स्मिथनें ज्या गोष्टी संशोधन करून लोकांच्या निदर्शनास आणल्या त्या देखील मोठ्या क्रांतिकारक होत्या असें नाहीं. परंतु त्यांवरून जो निष्कर्ष काढण्यांत आला तो मात्र कोपर्निकस किंवा गॅलिलीओ यांच्या शोधाइतकाच क्रांतिकारक होता. स्मिथच्या शोधांचा इत्यर्थ एवढाच होता कीं खडकांतले हे प्राण्यवशेष कसेतरी अव्यवस्थितपणानें लागलेले नसून त्यांची मांडणी व्यवस्थेशीर झालेली आहे. यामुळें खडकाच्या कोणत्याहि थरास त्यांतील प्राण्यवशेषांवरुन नांव देतां येतें. कोठलेहि आपण एकावरील एक शिलाप्रस्तर घेतले तरी त्यांतील प्रस्तरावशेषसंघांचा अनुक्रम नेहमीं तोच आढळून येतो. उदाहरणार्थ, अ जातीचे प्राण्यवशेष जर एका ठिकाणीं आ जातीच्या प्राण्यवशेषांच्या खालीं असले, तर ते दुसऱ्या कोठेंहि आ जातीच्या प्राण्यवशेषांच्या वर सांपडणार नाहींत. एखाद्या प्रकारचे अवशेष सबंध गाळले जाण्याचा संभव आहे, पण हे गाळले गेलेले अवशेष मग नंतर बनलेल्या अवशेषांच्या वर येणार नाहींत.

ह्या गोष्टींवरून स्मिथनें असा निष्कर्ष काढिला कीं पृथ्वीवर निरनिराळ्या काळीं निरनिराळ्या प्राण्यांची वस्ती होती, आणि क्रमानें हे सर्व प्राणी नष्ट झाले. सदरहू अवशेष आणि हल्लींचे प्राणी ह्यांची तुलना करून आपल्या म्हणण्याचा पडताळा पाहण्याचा स्मिथनें थोडासा प्रयत्न केला व त्यांत त्याला असें आढळून आलें कीं, खडकांतील अधिकाधिक जुन्या थरांत सांपडणाऱ्या प्राण्यवशेषांशीं सदृश अशा जिवंत प्राणिजाती आज आढळत नाहींत.

तथापि जमविलेल्या माहितीवरून इंग्लंडचा भूस्तरशास्त्रदृष्ट्या नकाशा तयार करणें हेंच तो आपलें मुख्य काम समजत असल्यामुळें, आपण स्वतः फारशा खोल पाण्यांत न शिरतां, गुंतागुंतीचे प्रश्न निकालांत काढण्याचें काम त्यानें दुसऱ्याकरितां राखून ठेविलें.

फिरतीवर असतांना स्मिथनें व्याख्यानें देऊन आपल्या मतांचा प्रसार बराच केला. एकोणिसाव्या शतकाच्या आरंभीं त्याचे अनुयायी बरेच झाले होते. परंतु भूस्तरपरंपरेबद्दलचें त्याचें मत तावडतोब सर्वांस पटलें असें मात्र झालें नाहीं. उलट त्याच्या मतास जोराचा विरोध झाला. त्याची निरनिराळ्या युगांची कल्पना लोकांनां पटेना. सारे प्राणी एकदम एकाच अंगी जलप्रलयांत नाश पावले असें मानण्याकडे त्यांची प्रवृत्ति होती. एकाच जलप्रलयानें, इतक्या खोल पर्यंतचे निरनिराळे प्रस्तर व्यवस्थित रीतीनें कसे तयार झाले असतील हा प्रश्न सुटला नव्हता. शिवाय अतिशय जड असे अवशेष नेहमीं तळाशींच सांपडतात असें नाहीं, हें जेव्हां कळून चुकलें तेव्हां तर हा प्रश्न अधिकच बिकट झाला.

कूव्हिए आणि पृष्ठवंशीयावशेष.—विल्यम स्मिथच्या शोधामुळें जी जागृति झाली ती बुजणें शक्य नव्हतें. एका मुद्दयाबद्दल मात्र खात्री करून घेणें अवश्य होतें. तो मुद्दा असा कीं, ह्या खडकांतील नोंदींतून जर एखादी प्राणिजात गहाळ झाली तर त्या प्राणिजातीचा समूळ नायनाट झाला असेंच समजावयाचें कीं काय? ह्या प्रश्नावरच पुढील सर्व इमारत अवलंबून होती. चांगल्या तरबेज अशा सृष्टिशास्त्रज्ञासच ह्या प्रश्नास उत्तर देणें शक्य होतें. कूव्हिए व स्मिथ हे अगदीं एकमेकांचे समकालीन होते. त्या दोघांचाहि जन्म इ. स. १७६९ त ज्या सालीं व्हॉन हंबोल्ट, वेलिंग्टन, नेपोलिअन वगैरे कित्येक प्रख्यात पुरुष जन्मास आले त्यासालीं झाला होता. स्मिथचें मत लोकांत नुकतेंच कोठें पसरत होतें, तोंच कूव्हिए ह्या तत्कालीन सृष्टिशास्त्रज्ञानें सहजासहजीं ह्या प्रश्नास हात घातला. या शास्त्राकडे त्याचें लक्ष शारीरशास्त्राचा अभ्यास करीत असतां गेलें. मजूर लोक एका दगडाच्या खाणींत काम करीत असतां त्यांनीं खडकांतून खणून काढलेलीं हाडें एकदां कूव्हिएला दाखविण्यांत आलीं. हीं हाडें अगदीं नव्या तऱ्हेचीं आहेत असें तत्काल त्याला कळून चुकलें. आजपर्यंतची पद्धत अशी होती कीं, असल्या हाडांकडे सहसा कोणी लक्ष देत नसे; किंवा कोणी लक्ष दिलेंच तर तीं राक्षसांचीं किंवा पतित देवदूतांचीं आहेत असें मानून लोक मोकळे होत. दैत्यांचा वगैरे येथें कांहीं संबंध नसून आपणांस अज्ञात असलेल्या एका जातीच्या हत्तीचीं हीं हाडें आहेत असें कूव्हिएनें सिद्ध केलें. साधनें जमवितां जमवितां एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला आज उपलब्ध नसलेल्या जवळजवळ पंचवीस जातीच्या प्राण्यांचीं हाडें कूव्हिएजवळ जमा झालीं.

शिलाप्रस्तरांत फक्त नष्ट झालेल्याच प्राण्यांचे अवशेष सांपडतात या मताचें प्रतिपादन.—कूव्हिएच्या अभ्यासाची कीर्ति दूरदूरपावेतों जाऊन जिकडून तिकडून त्याच्याकडें हाडें पाठविण्यांत येऊं लागलीं. शिलाप्रस्तरांत प्राण्यवशेष सांपडतात ते सर्व नष्ट झालेल्या प्राण्यांचे आहेत असें जें प्रस्तरावशिष्ट प्राण्यवशेषांचें निरीक्षण करून कूव्हिएचें मत झालें होतें, त्यास अनेक चमत्कारिक आकाराच्या हाडांवरून पुरावा मिळाला. कूव्हिएनें ज्याला मामथ असें नांव दिलें होतें त्या कैंसाळ हत्तीचें वर्णन त्याच्या १८१६ सालीं प्रसिद्ध झालेल्या ग्रंथांत आलें आहे. या प्राण्याचे अवशेष १८०२ सालीं सैबेरीयांत बर्फांमध्यें सांपडले होते. ते इतक्या चांगल्या स्थितींत होते कीं तद्देशीय कोळ्यांच्या कुत्र्यांनीं त्यावरील मांस फाडून खाल्लें. याच प्राण्याचे अवशेष पॅलास यास सैबेरियांत यापूर्वीहि

एकदां आढळले असून शिवाय त्यास गोठलेल्या चिखलांत एका गेंड्याचेंहि प्रेत सांपडलें होतें. हे अवशेष पाण्याच्या लोंढ्याबरोबर दुरून वहात येऊन तेथें पडून राहिले असावे असें कूव्हिएच्या पूर्वीचे लोक मानीत असत. ज्या मुलखांत अवशेष सांपडले त्याच मुलखांत ते प्राणी असले पाहिजेत असें कूव्हिएचें म्हणणें पडलें. हीच गोष्ट नीच कोटींतील प्राण्यांसंबंधांत सिद्ध करण्याचा विल्यम स्मिथ याचा प्रयत्न होता; परंतु त्याच्या म्हणण्याकडे कोणी फारसें लक्ष दिलें नव्हतें परंतु रक्तमांसघटित अक्राळविक्राळ प्राणी साध्या शिंपल्यापेक्षां केव्हांहि लोकांच्या कल्पनेस अधिक मोहक वाटले पाहिजेत. यामुळें लोकांचें लक्ष साहजिकच स्मिथपेक्षां कूव्हिएकडे जास्त वेधलें. पुराणप्रिय लोकांचा जळफळाट आणि प्रगमनशील भूस्तरशास्त्रज्ञांची उत्साहपूर्ण संमति ह्या जोडकारणानें कूव्हिएच्या ग्रंथाचा चांगला खप झाला.

कूव्हिएच्या लिहिण्याचा सारांश असा कीं पृथ्वीच्या पोटांत ज्या जातींच्या प्राण्यांचे अवशेष सांपडत आहेत तशा जातींचे प्राणी हल्लींहि कोणत्या ना कोणत्या तरी खंडांत सांपडतील अशी किंत्येक संशोधकांनां जी आशा वाटते ती फुकट आहे. या अवशेषांच्या जातींचे प्राणी हल्लीं अस्तित्वांत असण्याचा फार थोडा संभव आहे. तसेंच अलीकडील शास्त्रज्ञांनां ज्ञात असलेल्या जातींचेच प्राणी आपल्या प्राची। पूर्वजांनांहि माहीत होते, आणि हल्लींच्या प्राणिजाती व मनुष्यप्राणी पृथ्वीवर नांदावा म्हणून पूर्वी एके काळीं अस्तित्वांत असलेल्या भयंकर राक्षसी प्राण्यांचा संहार करावा लागला, ही पुराणांतरींची कल्पना खरी मानण्यास आधार नाहीं. प्राचीन यूरोपीयांनीं किंवा चिनी वगैरे लोकांनीं राक्षसी प्राण्यांचीं जीं वर्णनें लिहून ठेविलेलीं आहेत तीं ज्ञात असलेल्या निरनिराळ्या प्राण्यांचे विशिष्ट अवयव केवळ कल्पनेनें वाटेल तसे एकत्र जुळवून केलेलीं आहेत. तसले प्राणी निसर्गानें कधींहि निर्माण केलेले नव्हते, असें कूव्हिएनें मत दिलें. त्याच्या पुस्तकाचें मुख्य तात्पर्य हें होतें कीं, पृथ्वीच्या थरांमध्यें सांपडणाऱ्या हाडांच्या जातींचे प्राणी आज अस्तित्वांत नाहींत.

इंग्लंडमधील प्रस्तरावशेषांचा बकलंडकडून अभ्यास.—कूव्हिएच्या पुस्तकानें इंग्लंडांत खूप खळबळ उडवून दिली. इ. स. १८२१ मध्यें यॉर्कशायरमधील कर्कडेल येथील एका गुहेंत वरून पाझरणाऱ्या खटकर्वित (कॅल्शम कार्बोनेट) युक्त पाण्याच्या थेंबांमुळें जमिनीवर खटकर्विताचा जाड थर जमला होता. त्याच्या खालीं पुष्कळ प्रस्तारावशिष्ट हाडें सांपडलीं, व त्यांवरून इंग्लंडमध्येंहि पूर्वी एके काळीं मोठमोठ्या आकाराचे प्राणी होते असें सिद्ध झालें. त्या वेळचा प्रख्यात इंग्रज भूस्तरशास्त्रज्ञ डॉ. बकलंड यानें या अवशेषांचें निरीक्षण करून त्यांतील हाडें निरनिराळ्या जातींचे हत्ती, गेंडे, जलाश्व (हिपोपोटेमस) वगैरे प्राण्यांचीं आहेत; व हे प्राणी एके काळीं ब्रिटनमध्येंच अस्तित्वांत असले पाहिजेत असें मत दिलें. बकलंडच्या सदरहू मताला पुराणमतवादी लोकांनीं जोराचा विरोध केला. ग्रॅनव्हिल पेन, वुडवर्ड, कॅटकट वगैरे पुराणमतवादी पुढाऱ्यांचें मत असें होतें कीं, हे अवशेष मूळ उष्णकटिबंधांतील प्राण्यांचे असून जलप्रलयाच्या वेळीं ते इंग्लंडमध्यें वाहून आले. शिवाय पेननें असेंहि प्रतिपादन केलें होतें कीं, या वाहून आलेल्या प्राण्यांच्या मृत देहांचें जेव्हां रासायनिक पृथक्करण होऊं लागलें तेव्हां बाहेर पडणाऱ्या वायूंमुळें स्फोट होऊन हल्लींच्या गुहा तयार झाल्या. तथापि १८२३ च्या सुमारास ब्रिटनमध्यें व जगाच्या इतर भागांत पृथ्वीच्या पोटांतून असले अवशेष पुष्कळसे उपलब्ध झाले, व ते अवशिष्ट प्राणी इतक्या विलक्षण आकाराचे व स्वरूपाचे होते कीं, तसल्या जातींचे प्राणी आज कोठें आढळतील अशी आशा कट्टया शंकेखोरांनांहि वाटणें शक्य नव्हतें. त्यामुळें कूव्हिएच्या मतास चांगली बळकटी येऊन स्मिथचें अनुमानहि खरें ठरलें. या सर्व हजारों जाती उत्पन्न होऊन नष्ट व लुप्त होण्यास पृथ्वीच्या हयातीचीं युगेंचीं युगें लोटलीं असलीं पाहिजेत असें आतां सिद्ध झालें. लवकरच शास्त्रज्ञांच्या मतांस सामान्य जनसमाजांत मान्यता मिळाली, आणि जेम्स हटन यानें पृथ्वीच्या आयुर्मर्यादेसंबंधानें वापरलेले ' युगें ' व ' अपरिमित कालमर्यादा ' वगैरे सर्व शब्द भूस्तरशास्त्रज्ञ निःशंकपणें वापरूं लागले.

आकस्मिक स्थित्यंतराला चार्लस लायेलचा विरोध.—यापुढें प्रश्न असा उपस्थित झाला कीं, या अवशेषांवरून ज्यांचें पूर्वकालीन अस्तित्व सिद्ध होतें परंतु हल्लीं ज्या नामशेष झाल्या आहेत, त्या सर्व प्राणिजाती कोणत्या कारणानें नष्ट झाल्या असाव्या ? या प्रश्नाचें उत्तर पुराणमतवादी लोकांनीं ताबडतोब असें सुचविलें कीं, मोझेसच्या वेळच्या जलप्रलयाप्रमाणें जे पृथ्वीवर प्राचीन काळीं अनेक आकस्मिक अनर्थ गुदरले त्यांमध्यें ह्या जाती नष्ट झाल्या असल्या पाहिजेत. बायबलसारख्या धर्मग्रंथांतून एका जलप्रलयाची गोष्ट सांगितली असून त्याचाच अनुवाद जगाच्या उत्पत्तिस्थितिसंबंधानें विचार करणाऱ्या अनेक ग्रंथांतून केलेला आढळतो. पुराणमतवाद्यांच्या या जलप्रलयविषयक समजुतीला कूव्हिए व त्याचा पट्ट शिष्य बकलंड यांच्यासारख्या शास्त्रज्ञांनींहि मान्यता दर्शविली होती. इतकेंच नव्हे तर बकलंडनें ' सार्वत्रिक जलप्रलयाचा पुरावा ' (प्रूफ्स ऑफ युनिव्हर्सल डेल्यूज) नांवाचें एक पुस्तक लिहून प्रसिद्ध केलें होतें. तथापि प्रथम हे शास्त्रज्ञ व पुराणमतवादी सामान्य जन यांच्यांत एका बाबतींत मतभेद होता. तो हा कीं, जनतेचें मत एकच जलप्रलय झाला असें होतें व शास्त्रज्ञांचें मत अनेक जलप्रलयादि आकस्मिक स्थित्यंतरें झालीं असें होतें. परंतु हळूहळू पृथ्वीच्या अनेक युगांच्या आयुष्याबद्दलची खात्री सर्वांनां पटल्यावर अनेक स्थित्यंतरासंबंधाचें शास्त्रज्ञांचें मत सर्वत्र मान्य होऊन शास्त्रज्ञांत व जनतेंत या बाबतींत एकवाक्यता झाली.

परंतु ही एकवाक्यता होऊन फार दिवस झालें नाहींत तोंच एक निराळाच शास्त्रज्ञ पुढें आला व त्यानें जलप्रलयादि आकस्मिक स्थित्यंतराच्या गोष्टी सवङ्कट आहेत असें जाहीर केलें. या शास्त्रज्ञाचें नांव चार्लस लायेल. हा स्कॉटलंडमधील रहिवाशी असून त्यानें पुढें थोडक्याच अवधींत तत्कालीन भूस्तरशास्त्रज्ञांत श्रेष्ठता संपादन केली. त्यानें आकस्मिक स्थित्यंतराचा सिद्धान्त नाकबूल करून तत्कालीन लोकमतांत क्रांति घडवून आणली. पृथ्वीच्या पोटांतील एका थरांत आढळणारे अवशेष दुसऱ्या थरांतील अवशेषांपेक्षां एकदम अगदीं निराळ्या स्वरूपाचे असतात असें दृष्टोत्पत्तीस आल्यामुळें आकस्मिक स्थित्यंतराच्या उपपत्तीला आधार मिळाला होता. परंतु लायेलनें असें प्रतिपादन केलें कीं, हें स्थित्यंतर सर्वांशीं पूर्ण नसतें, एका युगांतील कांहीं प्राणिजाती तरी दुसऱ्या युगांत अस्तित्वांत असल्याचें आढळतें. उदाहरणार्थ, मामथच्या युगांतले सर्व जातींचे प्राणी नष्ट झालेले नाहींत; व जलचर प्राण्यांमध्यें तर फार पुरातन काळच्या पुष्कळशा जातींच्या प्राण्यांचे वंशज आज अस्तित्वांत आहेत.

त्याप्रमाणेंच एका विशिष्ट ठिकाणच्या प्रस्तरक्रमामध्यें आपणांस त्यांतील दोन विशिष्ट थरांमध्यें कांहींहि आढळत नाहीं. परंतु भौगोलिक दृष्ट्या दूरचा असा दुसरा एखादा प्रस्तरक्रम पाहिला तर आपणास त्याच विशिष्ट दोन थरांमध्यें एखादा अवशेषयुक्त थर आढळतो. उदाहरणार्थ, कांहीं प्रदेशांत सिल्युरिअन प्रस्तरानंतर लागलाच दगडी कोळशांचा प्रस्तर आढळतो. परंतु कांहीं ठिकाणीं या दोन भिन्न कालीन थरांमध्यें मत्स्ययुगाचा निदर्शक असलेला डेव्होनिअन प्रस्तरांचा थर आढळतो. आणि अशा तऱ्हेनें एका प्रदेशांतील दोन थरांमधील खिंड दुसऱ्या प्रदेशांतील त्याच थरांमध्यें भरून काढलेली आढळते; व ही गोष्ट इतकी सामान्यतः नजरेस येते कीं, एखाद्या विशिष्ट प्रदेशांतील प्रस्तरक्रम फक्त तेथील स्थानिक परिस्थितीच दाखवितो असेंच अनुमान आपणांस काढावें लागतें. या विशिष्ट प्रकारच्या स्थानिक प्रस्तरक्रमापासून त्या विशिष्ट ठिकाणचा समुद्रतळाचा प्रदेश समुद्रसपाटीच्या वर येऊन त्यावर नवीन थर बसणें केव्हां बंद झालें, व पुन्हां कांहीं काळानें तो पाण्याखालीं केव्हां गेला इत्यादि गोष्टी कळतात. दोन थरांमध्यें एकदम मोठा फरक पडण्याचें हेंच कारण असेल तर आकस्मिक उत्पाताची सर्व उपपत्ति फोल ठरते.कारण, आकस्मिक उत्पाताची कल्पना सुचविण्यास हे प्रस्तरक्रमांतील मोठाले फरकच कारणीभूत झाले होते.

लायेलचा नियतक्रमविकासवाद.—लायेलनें असें प्रतिपादन केलें कीं, एका युगांत त्या सर्व प्राणिजाती एकदम नष्ट न होतां हळूहळू एकेक अशा नष्ट झाल्या असल्या पाहिजेत. त्यामुळें नूतन व फार प्राचीन अशा दोन्ही प्रकारच्या प्राणिजाती एकाच ठिकाणीं सांपडणें साहजिक आहे. ही वनस्पतिकोटींतील व प्राणिकोटींतील जातींच्या उत्पत्तिलयाची क्रिया सर्वकाळ नियमितपणानें चालू आहे. या नियमाप्रमाणें दरसाल एकंदर भूपृष्ठावर मिळून एक जात नष्ट होते व एक नवी निर्माण होते, असें गृहीत धरल्यास, इंग्लंडसारख्या लहानशा देशांत चारआठशें वर्षांनीं एखादी नांचकोटींतील प्राणिजात व लाख दोन लाख वर्षांनीं एखादी सस्तनकोटींतील प्राणिजात नष्ट होत असणार. आणि पृथ्वीवरील एका युगांत दहा वीस लाख प्राणिजाती सर्व नाहींशा होऊन त्यांच्या जागीं नव्या जाती येण्यास दहा वीस लाखांहून अधिक वर्षे पाहिजेत. सारांश, लायेलचें म्हणणें असें होतें कीं, एखाद्या मनुष्य समाजांतील एकेक व्यक्ति मरण पावून पन्नास साठ वर्षांनीं ज्याप्रमाणें पूर्वीचा एक व्यक्तिसमुच्चय नाहींसा होऊन त्याच्या जागीं सर्व निरनिराळ्या व्यक्ती दिसूं लागतात, त्याचप्रमाणें एका युगांतल्या सर्व प्राणिजाती नाहींशा होण्यास अनेक युगें पाहिजेत. प्राणिजाती नष्ट होण्याचीं कारणें हवामानांतील फरक, स्थलांतर, किंवा मूळजातीच्या वसतिप्रदेशांत एखाद्या बलिष्ठ जातीचें आगमन इत्यादि असतात. व्यक्तिशः प्राणी जन्मास येण्याची व मृत्यु पावण्याची जी क्रिया दररोज चालू असते तिजप्रमाणेंच प्राणिजाती अस्तित्वांत येऊन नष्ट होण्याची क्रिया चालू असते; व हा जन्ममरणाचा नैसर्गिक नियम व्यक्तीप्रमाणें जातींनाहि निरंतर लागू असतो. हा सिद्धांत प्रथम हटननें व नंतर लायेलनें पुढें मांडला. तो युनिफॉर्मिटॅरिॲनिझम म्हणजे नियतक्रमविकासवाद या नांवानें प्रसिद्ध आहे, व एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यानंतर लवकरच तो भूस्तरशास्त्रज्ञांत सर्वमान्य होऊन बसला.

प्राणिजातींच्या उत्पत्तिलयासंबंधाचा विकासवाद.—वर सांगितलेला लायेलचा सिद्धान्तहि फार दिवस टिकला नाहीं. आकस्मिक स्थित्यंतर व नवसृष्ट्युत्पत्ति या कल्पनांना लायेलच्या उपपत्तीनें खो दिला. परंतु प्राणिजाती हळूहळू नष्ट होतात त्याप्रमाणें नव्या नव्या प्राणिजाती पूर्वी अस्तित्वांत असलेल्या जातींपासूनच सुधारलेले त्यांचे वंशज म्हणून हळूहळू निर्माण होत नसतील कशावरून, अशी कल्पना पुढें आली. ही कल्पना बफन. कँट, गोइटे व एरास्मस डार्विन या १८व्या शतकाच्या अखेरीच्या शास्त्रज्ञांनां मान्य होऊं लागली होती. ती पुढें १८०९ मध्यें जीन बॅप्टिस्ट लामार्क यानें जोरानें पुढें मांडली.प्राण्यवशेषांच्या अभ्यासांत क्युव्हिएचें लक्ष सपृष्ठवंशी प्राण्यांकडे होतें, तर लामार्कचें लक्ष अपृष्ठवंशी प्राण्यांकडे विशेष होतें. त्याला या अपृष्ठवंशी प्राण्यांचे अवशेष, क्युव्हिएला सपृष्ठवंशी प्राण्यांचे अवशेष जेथें सांपडले त्याहून अधिक खोल असलेल्या पृथ्वीच्या थरांत सांपडले. यावरून त्यानें असें अनुमान काढलें कीं, प्रथम कित्येक युगांत अपृष्ठवंशी प्राणीच फक्त पृथ्वीवर असले पाहिजेत, आणि क्रमाक्रमानें प्रथम मासे, नंतर सरपटणारे सरीसृप व अखेर सस्तन प्राणी व मनुष्यप्राणी अस्तित्वांत आले.

परिस्थितींतील फेरबदलामुळें अगोदरच्या नीच जातींतून पुढील उच्च जात निर्माण होत गेली असें कोणी तरी शास्त्रज्ञ पुढें-मागें सिद्ध करील, असेंहि लामार्कनें भविष्य केलें होतें.

तथापि इतक्या क्रांतिकारक कल्पना ग्राह्य करण्याइतकी तत्कालिन जनतेच्या मनाची तयारी नव्हती. पुनःपुन्हां विचार करूनहि त्या खुद्द लायेललाच पटल्या नाहींत. प्रत्येक प्राणिजात नवीनच जमिनींतून एकाएकीं निघाल्याप्रमाणें उत्पन्न होत असते असेंच अखेरपर्यंत लायेलचें मत होतें. व पुष्कळसे भूस्तरशास्त्रज्ञहि लायेलच्यांच मताचे होते. कारण, लामार्कची इतकी प्रगत उपपत्ति मान्य करण्याइतका प्राण्यव-शेषांचा भरपूर पुरावा त्यांनां उपलब्ध झालेला नव्हता.

परंतु १८५९ मध्यें चार्लस डार्विनचा 'जीवजातींची उत्पत्ति' (ओरिजिन ऑफ स्पीसीज) हा ग्रंथ प्रसिद्ध झाला. त्यांत एका प्रकरणांत भूस्तरशास्त्रांतर्गत प्रस्तरावशेषशास्त्रा-संबंधीं उहापोह केला होता. या प्रकरणांत डार्विननें कोणत्या विशिष्ट परिस्थितीमध्येंच प्रस्तरीभूत अवशेष बनतात त्या परिस्थितीचें वर्णन दिलें असून, अशी परिस्थिति उत्पन्न होणें ही किती असामान्य गोष्ट आहे तें दाखविलें आहे. त्याचप्रमाणें समुद्राच्या तळचा गाळ एखाद्या ठिकाणीं बसून त्यामध्यें जर अशा प्रकारें कांहीं अवशेष प्रस्तरीभूत झाले, तर भूगर्भांतील उष्णतेनें तेथील खडकांचें रूपांतर होतांना, अगर तो समुद्रतळ पाण्यावर येत असतां खडकाचा आस-पासचा भाग पाण्यानें झिजून जाऊन त्या प्रस्तरीभूत अव-शेषांचा नाश होणें किती संभवनीय आहे याचें विवेचन केलें आहे. शिवाय तो म्हणतो कीं असल्या अवशेषांचें संशोधन पृथ्वीवरील फारच थोडक्या भागांत व तेंहि थोडक्या प्रमा-णावर झालें असल्यामुळें तो पुरावा फार अपुरा होय. त्या-आधारावर कोणतेहि सर्वसामान्य सिद्धान्त ठोकून देणें फार धोक्याचें आहे. कूव्हिए, बकलंड, ओवेन, डार्विन इत्यादि-कांनां नवे नवे प्रस्तरीभूत अवशेष उपलब्ध होत होते. ओवे-ननें नवीन मिळालेल्या अवशेषरूप पुराव्यांवरून डुक्कर व उंट यांच्यामधील प्राणिजाती नष्ट झाल्या असल्याचें दाख-विलें.

डार्विननें असें सिद्ध केलें होतें कीं,एखाद्या खंडांत सांपडणारे प्रस्तरीभूत प्राणी व त्याच खंडांत सध्यां अस्तित्वांत असलेले प्राणी यांच्यामध्यें निकट साम्य असतें. दुसऱ्याहि पुष्कळ संशोधकांच्या हें नजरेस आलें होतें कीं, कालानुक्रमदृष्ट्या अलीकडच्या प्रस्तरांत सांपडणारे अवशिष्ट प्राणी प्राचीन प्रस्तरांत सांपडणाऱ्या प्राण्यांपेक्षां अस्तित्वांत असणाऱ्या प्राण्यांशीं अधिक सदृश असतात; दोन शेजारशेजारच्या थरांतील प्रस्तरीभूत अवशेष दूरदूरच्या थरांतील अवशेषां-पेक्षां एकमेकांशीं अधिक सदृश असतात; आणि सृष्टीच्या उत्पत्तिक्रमापैकीं एका विशिष्ट स्वरूपाचे प्राणी त्यांच्या मागील व पुढील उत्पत्तींनां मधल्या दुव्याप्रमाणें जोडणारे असतात.

डार्विनच्या पुस्तकांतील विचार इतके सूचक होते कीं, ते वाचल्यावर तत्कालीन भूस्तरशास्त्रज्ञशिरोमणि लायेल यानेंहि आपली आकस्मिक उत्पत्तीची खुळी कल्पना सोडून देऊन डार्विनचा जातिरूपांतराचा सिद्धान्त मान्य केला. इतर भूस्तरशास्त्रज्ञांनीं तो एकदम मान्य केला नाहीं, तथापि आकस्मिक उत्पत्तीच्या तत्वावरील त्यांचा विश्वास डळमळूं लागला; आणि सामान्य जनतेंत तर डार्विनचें पुस्तक प्रसिद्ध होतांच कांहीं विलक्षणच खळबळ उडाली. नूतन भूस्तरशास्त्राच्या पहिल्या शंभर वर्षांच्या आयुष्यांत त्या शास्त्राच्या सिद्धान्तात क्रांति घडण्याचा हा तिसरा प्रसंग होय. डार्विनच्या पुस्तकामुळें सर्व भूस्तरशास्त्रज्ञ प्रस्तर-निहित वनस्पतींच्या व प्राण्यांच्या अवशेषांचा पुन्हां निराळ्या दृष्टीनें व फारच उत्सुकतेनें अभ्यास करूं लागले.

प्रस्तरावशिष्ट मनुष्यप्राणी.—याच सुमारास, प्राण्य-वशेषांच्या संशोधनांत मनुष्यावशेषांचा संबंध येतो व त्या-वरून मनुष्यप्राणि किती पुरातन आहे हें सिद्ध करतां येतें असा सिद्धान्त पुढें आला. फ्रान्समध्यें सॉम थडींतील आबव्हिल येथें एम्. बौशेर डी पर्थेस यास सांपडलेलीं मनुष्यकृत गार-गोटीचीं हत्यारें हीं या सिद्धान्तास आधारभूत होतीं. हीं हत्यारें रेवाळ मातीच्या थरांत मामथ व इतर नष्ट जातींच्या प्राण्यांबरोबर एकत्र सांपडलीं होतीं. त्यांची हकीगत पर्थेसनें प्रसिद्ध केली होती. पण तिकडे कोणाचें विशेष लक्ष गेलें नव्हतें. पुढें १८५९ मध्यें पर्थेसच्या निमंत्रणावरुन सुप्रसिद्ध इंग्रज प्रस्तरावशेषशास्त्रज्ञ फाल्कोनेर यानें ते सर्व अवशेष व त्यांचें मूळ ठिकाण आबव्हिल येथें जाऊन प्रत्यक्ष पाहिलें, व फाल्कोनेरच्या शिफारशीवरुन प्रेस्टविच व जॉन इव्हॅन्स या शास्त्रज्ञांनींहि तेथें जाऊन तो सर्व पुरावा तपासला. १८५९ मध्यें प्रेस्टविचनें तत्संबंधीं आपलीं मतें रॉयल सोसा-यटीला लेखी कळविलीं तीं येणेंप्रमाणेंः—

(१) सदरहू गारगोटीचीं हत्यारें मनुष्यानें तयार केलेलीं आहेत.

(२) तीं रेवाळ व चिकण मातीच्या थरांत सांपडलीं.

(३) तीं हल्लीं अस्तित्वांत असलेल्या जलचर प्राण्यांच्या व कांहीं नष्ट व कांहीं हयात असलेल्या सस्तन प्राण्यांच्या अवशेषांबरोबर एकत्र सांपडलीं.

(४) हीं हत्यारें पृथ्वीच्या थरांत (बौल्डर-क्ले) 'धोंडमतीच्या' कालविभागानंतर म्हणजे हिमोत्तर कालांत (पोस्ट-ग्लेशियल) गडप झालीं असलीं पाहिजेत.

हा वृत्तांत प्रसिद्ध होतांच असल्या अवशेषांकडे शास्त्रज्ञांचें चित्त वेधलें. डॉ. फुह्लरॉटनें नीअंडरथॉल येथील गुहेंतून त्याच सुमारास शोधून काढलेल्यां मनुष्याच्या कवटीची चर्चा सुरू झाली. ही कवटी व नंतर स्पाय येथें सांपडलेल्या असल्याच कवटी एका विशिष्ट जातीच्या मनुष्यप्राण्याच्या आहेत असें अलीकडील प्राणिशास्त्रज्ञांचें मत पडलें आहे. ह्या कवट्यांचें कपाळ अरुंद व मागें गेलेलें आणि भिवया मोठ्या

व पुढें आलेल्या आहेत. या कवटयाशिवाय दुसराहि पूर्वींच उपलब्ध झालेला पुरावा आतां पुढें येऊं लागला. १८२७ मध्यें डॉ. श्मेरलिंगला वेस्टफालियांतील एंगिसच्या गुहेंत मामथच्या काळांतील पण हल्लीं नष्ट झालेल्या स्तन प्राण्यांच्या अवशेषांबरोबर एकत्र कांहीं मनुष्याचीं हाडें व कवटया सांपडल्या होत्या. परंतु त्या वेळीं प्रस्तरनिहित मनुष्यावशेष कोणी विचारांतच घेत नसे. कारण प्रख्यात शास्त्रज्ञ कूव्हिए यानें असले अवशेष मुळींच विश्वसनीय नसतात असें मोठ्या अधिकारयुक्त वाणीनें जाहीर केलें होतें, व एकानें त्याच्याकडे असलीं हाडें परीक्षा करण्याकरितां आणून दिलीं असतां त्यानें तीं एकदम खिडकीबाहेर फेंकून दिलीं होतीं. तेव्हां असल्या थोर शास्त्रज्ञाच्या निर्णयाविरुद्ध साधारण प्रतीच्या शास्त्रज्ञाकडून पुरावा पुढें आणला जाणें शक्य नव्हतें. परंतु वर सांगितल्याप्रमाणें १८५९ च्या सुमारास कूव्हिएच्या फर्मानास न जुमानतांहि खरें शास्त्रीय सत्य पुढें आलें.

अशा रीतीनें पुढें आलेल्या प्रागैतिहासिक काळांतील आपल्या पूर्वजांस शास्त्रज्ञांकडून मोठा मान मिळाला. परंतु एरवीं लांब लांब वंशावळींबद्दल अभिमान बाळगणारी सामान्य जनता मात्र आपल्या या पूर्वजास पाहून दचकूं लागली. प्रस्तरावशिष्ट मनुष्यप्राणी व त्याबरोबर सांपडलेले मनुष्येतर प्राणी हे समकालीन आहेत याविषयीं भूस्तरशास्त्रज्ञांत दुमत होतें. व कित्येक पुराणमतवाद्यांनीं तर अशी कोटि लढविली कीं, हीं मनुष्यप्राण्यांचीं हाडें तितकीं प्राचीन नसून मामथ सारख्या प्राण्यांच्या अवशेषांत अलीकडच्या युगांत कांहीं विलक्षण योगायोगानें तीं मिसळलीं असलीं पाहिजेत. पण जो आधार जुन्या मताला चिकटून राहणाऱ्या लोकांनां सांपडला होता तोहि १८६५ मध्यें तुटला. त्या सालीं एम. एडौर्ड लार्टेट व हेनरि ख्रिस्टी यांनां डार्डोग्ने येथील गुहांत मामथच्या हस्तिदंताचा एक तुकडा सांपडला व त्यावर मामथ प्राण्याचेंच चित्र काढलेलें होतें. हें चित्र काढणाऱ्या इसमानें मामथ हत्ती प्रत्यक्ष पाहिलेला असलाच पाहिजे. अर्थात् मामथ ही प्राणिजात व मनुष्यजात या एकाच काळीं अस्तित्वांत होत्या असें निःसंशय सिद्ध झालें. यावरुन मानवजाति किती पुरातन आहे या वादाचा कायमचा निकाल लागला. मामथ हस्तिदंताचा तुकडा सांपडल्यानंतर आणखी अनेक प्रकारचा पुरावा उपलब्ध झाला व त्यावरून कांस्ययुग, लोहयुग, पाषाणयुग यांच्याहि पूर्वींचा मनुष्यप्राणी असल्याचें ठाम ठरलें; इतकेंच नव्हे तर प्राण्यवशेषशास्त्राच्या आधारें याच्याहि फार फार पाठीमागें मानवजातीची उत्पत्ति नेतां येईल अशी खात्री वाटूं लागली.

अमेरिकेंतील उपलब्ध अवशेष.—याच सुमारास यूरोपांतल्याप्रमाणें अमेरिकेंत रॉकी पर्वताच्या प्रदेशांत पुष्कळ अवशेष शोधून काढण्यांत आले. त्याचें श्रेय प्रो. जोसेफ लीडी, ओ. सी. मार्श, ई. डी. कोप आणि दुसऱ्या अनेक अलीकडील संशोधकांस आहे. यांनीं सपृष्ठवंशी प्राण्यांचे बरेच अवशेष जमा केले. प्रो. मार्शनें भूगर्भाच्या तिसऱ्या युगांतील तीनशें नव्वा जाती १८७० ते १८७६ पर्यंत शोधून काढल्या. शिवाय त्यांत दांत असलेल्या पक्ष्यांच्या सुमारें दोनशें जाती, सपक्ष सर्पांच्या सहाशें जाती (कांहीं पंचवीस फूट लांबीचे पंख असलेल्या), अणि जलचर सर्पांच्या एक हजार पांचशें जाती (कांहीं साठ फूट किंवा त्याहून अधिक लांबीच्या) ह्याच सुमारास सांपडल्या. ज्युरेसिक खडकाखालीं एका साधारण खोलीइतक्या जागेंत सस्तन जातींचे एकशें साठ प्राणी सांपडले. त्यांच्यांत नऊ मुख्य जाती व वीस पोटजाती होत्या. दुसरीं कित्येक ठिकाणें मिळून सरीसृप प्राणी तीनशें सांपडले, त्यांत लहानशा सशाच्या लांबीपासून साठ किंवा ऐंशी फूट लांबीपर्यंतचे प्राणी होते. तथापि या अवशेषांच्या संख्येपेक्षां त्यांच्या स्वरूपाचें महत्त्व अधिक होतें. कारण यांत हल्लीं अस्तित्वांत असलेल्या दोन निरनिराळ्या मुख्य जातींमधील दुव्वे दर्शविणाऱ्या अशा जाती उघडकीस आल्या.

यांतील कांहीं सरीसृप प्राण्यांनां पाकोळ्यांसारखे पंख होते, व कांहीं जातींनां पक्ष्यांसारखें ओटीपोट व द्विपाद प्राण्यासारखे पाय होते. कांहीं पक्ष्यांनां दांत, व सरीसृप प्राण्यांचे दुसरे विशेष होते. तात्पर्य, सरीसृप व पक्षी यांच्यामध्यें हल्लीं जें मोठें अंतर दिसतें तें सदरहू अवशिष्ट सरीसृप सदृश पक्षी व पक्षीसदृश सरीसृप यांनीं भरून काढलें. तसेंच दक्षिण अमेरिकेंतला टेपिर नांवाचा रानडुकर, गेंडा व घोडा या सस्तन जातीच्या प्राण्यांमधील अंतर भरून काढणारे प्राण्यवशेषहि त्यांत होते. पण या सर्वांहून महत्त्वाचे असे प्रो. मार्शनें शोधून काढलेले अवशेष म्हणजे हल्लींचा घोडा हा प्राणि ज्या पूर्व जातीपासून उत्पन्न झाला त्या भूस्तरशास्त्रांतल्या निरनिराळ्या युगांतील सस्तन प्राण्यांच्या अनेक क्रमवार जातींचे अवशेष होत. या अवशेषांवरून हल्लींचा एकखुरी घोडा पूर्वींच्या दोन, तीन, चार व अखेर पांच खुर असलेल्या प्राण्यांपासून कसा निर्माण होत आला असावा याची बरोबर सांखळी लागते.

हल्लींच्या घोड्याचे प्रस्तरनिहित पूर्वज.—यासंबंधानें प्रो. मार्श लिहितो, "अमेरिका खंड प्रथम शोधून काढणाऱ्या स्पॅनिश लोकांनां तेथें घोडा हा प्राणी मुळींच आढळला नाहीं. पुढें 'जुन्या जगांतून' तिकडे घोडा हे जनावर नेण्यांत आलें. तथापि घोडा ही प्राणिजात तृतीयावस्थाक युगांत अमेरिकाखंडांत पुष्कळ प्रमाणांत होती; इतकेंच नव्हे तर या प्राण्याच्या अनेक चमत्कारिक जाती होत्या, ही गोष्ट लोकांस माहीत नाहीं. परंतु हल्लीं अमेरिकेंत घोडा या प्राण्याच्या अनेकविध पूर्वजांचे पुष्कळच अवशेष सांपडले आहेत. हे अवशेष रॉकीपर्वताच्या प्रदेशांत व गाळानें भरलेल्या एका पुरातन सरोवरांत खूप खोल सांपडले आहेत. यांपैकीं पुष्कळांच्या पायांनां चार बोटें आहेत. कांहींनां एकंदर चौपन्न दांत आहेत. या एकंदर अवशेषांवरून

घोड्याचे निरनिराळ्या युगांतले पूर्वज येणेंप्रमाणें असावेः एओसीन युगांतील ओरोहिप्पस; मिओसीन युगांतील मिओहिप्पस व अँन्चिथेरियम;- प्लिओसीन युगांतील अँचिप्पस, हिप्पारियन, प्रोटोहिप्पस व प्लिओहिप्पस; आणि चतुर्थ युगांतील व त्यानंतरच्या काळांतील एकस. या प्राणिजातींत सुधारणा प्रथम आकारांत वाढ, नंतर गतींत वाढ, नंतर डोकें व मान यांच्या लांबींत वाढ, व डोक्याच्या कवटींत फरक याप्रमाणें होत गेलेली आहे. एओसीन युगांतील ओरोहिप्पस हा कोल्ह्याच्या आकाराचा होता; मिओसीन युगांतील मिओहिप्पस व अँचिथेरियम हे मेंढ्याच्या आकाराचे होते; प्लिओसीनयुगीन हिप्पारियन व प्लिओहिप्पस हे गाढवाइतके उंच होते; आणि चतुर्थयुगांतील एकस हा प्राणी पूर्णपणें अलीकडील काळांतल्या घोड्याएवढा होता. हल्लींच्या घोड्याची गति जी फार वाढलेली आहे ती त्याच्या पूर्वजांच्या शरीरांतील हाडांच्या रचनेंत फेरफार होत जाऊन वाढली आहे. तात्पर्य, अमेरिकेंतील चतुर्थ युगांतला 'एकस' हा पूर्णपणें घोड्यासारखा प्राणि मूळ एओसीन युगांतल्या 'ओरोहिप्पस' या चार खुरांच्या लहान आकाराच्या पूर्वजाच्या वंशांतलाच आहे; व या दोन प्राणिकोटींनां जोडणारे दुव्वे म्हणजे मधल्या प्राणिजाती यांचें अस्तित्वहि उपलब्ध अवशेषांवरून सिद्ध झालें आहे. तृतीय व चतुर्थ युगांत ही प्राणिजात अमेरिकेंत निःसंशय होती; पुढें मात्र ती अजीबात नष्ट होऊन अलीकडे घोडा हा प्राणी जुन्या जगांतून अमेरिकेंत न्यावा लागला."

विकासवादपोषक प्रस्तरावशेषशास्त्र.—याप्रमाणें प्राणिजातींच्या उत्पत्तीवर व प्राचीनत्वावर प्रकाश पाडणारा प्रस्तरावशेषांचा पुष्कळ पुरावा पुढें आला आहे व येत आहे; व त्याच्या साहाय्यानें प्रो. हक्सले व कोप यांनीं या शास्त्रावर सामान्य लोकांनां समजतील अशीं पुस्तकें लिहिलीं आहेत. १८६२ मध्यें हक्सलेचें मत या पुराव्यानें विकासवादाला पुष्टि मिळते असें नव्हतें. पण १८८१ मध्यें याच शास्त्रज्ञानें पूर्वीचें मत बदलून असें स्पष्ट जाहीर केलें कीं, 'विकासवाद डार्विननें पुढें मांडला नसता तर कोणातरी प्रस्तरावशेषशास्त्रज्ञानें तो खास शोधून काढला असता.'

असले अवशेष आणखी शोधून काढण्याचें काम सर्वत्र चालू आहेच. कनेक्टिकट नदीच्या दरींमध्यें सरीसृप प्राण्यांचे पुष्कळ पूर्वज सांपडले आहेत; व अमेरिकेच्या पूर्वभागांत सपृष्ठवंशप्राण्यांचे अनेक अवशेष उपलब्ध झाले आहेत. न्यूयॉर्कजवळ एका सरोवराखालीं मास्टोडोन प्राण्याचा सांपडलेला सांगाडा हल्लींच्या हत्तीच्या सांगाड्याहून मोठा आहे. त्याचे दांत अकरा फूट लांब होते. अमेरिकेच्या पश्चिमभागांतील अवशेषांवरून प्रो. कोपनें उंटाचे पूर्वज नक्की ठरविले आहेत. जावाबेटांत डच शस्त्रक्रियाभिज्ञ डॉ. युजीन डयूबॉइस यास मर्कट-मानवाचे प्रस्तरावशेष सांपडले असून हा प्राणी अमेरिकेंतल्या प्राचीन लिमर वंशापासून उत्पन्न झाला असावा अशी कल्पना आहे.

उलट पक्षीं, ज्यांचे प्रस्तरावशेष सांपडतात अशा कित्येक जातींचे वंशज आज कोणत्याच खंडांत सांपडत नाहींत, अशा प्राणिजातींचीं उदाहरणें आहेत. टिटानोथरस, अथवा ब्रांटोथेरिडी ही एक प्राणिजात घोडा किंवा गेंडा यांच्या पूर्वजांपासून उत्पन्न झालेली होती. या जातीचे प्राणी तृतीय युगाच्या मध्यकाळाच्या सुमारास पुष्कळ होते असें अवशेषांवरून ठरतें. परंतु आज ही जात नष्ट झाली आहे.

भूशास्त्रांचा उपयोग.—(१) आतांपर्यंत केलेल्या विवेचनावरून पृथ्वीचे बाह्य भाग हल्लीं जसे दिसतात तसेच प्रथम उत्पन्न झालेले नाहींत हें स्पष्ट झालेंच आहे. त्यांचा सध्यांचा आकार व स्थिति निरनिराळ्या अवस्थांतून जात असतां कालांतरानें त्यांनां प्राप्त झाली आहे. या प्रत्येक अवस्थेंत समुद्रांत व पृथ्वीवर ज्या निरनिराळ्या वनस्पतींची व प्राण्यांची वाढ झाली, त्यांतील कांहींचे अवशेष भूगोलाच्या घनभागांत अजून पुरलेले आढळून येतात. तेव्हां या शास्त्रावरून सृष्टीच्या सजीव व निर्जीव साम्राज्यांत घडून येणारे फरक, त्यांचीं कारणें वगैरेंचें ज्ञान होतें.

२ वनस्पती व प्राणी यांचे सध्यांचे वंश, पृथ्वीवर एका काळीं असलेल्या दुसऱ्याच अतिशय भिन्न अशा वंशांपासून झालेले आहेत, हें या शास्त्राच्या अभ्यासानें कळून आलें असल्यामुळें भूगोलावरील जीवांचा अथपासून इतिहास लिहिण्याला या शास्त्राची मदत होते.

३ या शास्त्राची एक महत्त्वाची शाखा जें प्रस्तरावशेष शास्त्र त्यानें अनेक महत्त्वाचे शोध लावले आहेत. जमिनीची पूर्वीची उंची, विभागणी, त्याच प्रमाणें समुद्र, सरोवरें यांविषयीं भूगोलवेत्त्यांनां मिळणारी माहिती त्यांनीं प्रस्तरावशेष शास्त्रज्ञांकडून उसनी घेतलेली असते.

४ सध्यां हयात असलेले प्राणी व वनस्पती यांचें भौगोलिक वर्गीकरण भूस्तरशास्त्रीय प्रमाणानें स्पष्ट होतें; त्याप्रमाणें मनुष्याच्या इतिहासांतील अतिशय प्राचीन अशा कांहीं दृश्यांवर प्रकाश पडतो.

५ पृथ्वीच्या पापुद्र्याची जी हळू हळू खालवर गति चालली आहे ती लक्षांत घेतल्यानें एखाद्या देशाची किंवा शहराची भवितव्यता काय होणार हें चांगलें समजून येतें. उ० कानडा आणि युनायटेड स्टेट्समधील भूमीचा नैर्ऋत्येकडे थोडथोडा झोंक चालला आहे; व हा झोंक सारखा राहिला तर पांचसहाशें वर्षांतच शिकॅगो शहर मिचिगान सरोवरांत गडप होईल.

भूशास्त्रांतील युगें.—पृथ्वीच्या पोटांतील प्रस्तरांच्या स्वरूपावरून व त्यांतील अवशेषांवरून प्रस्तरावशेषशास्त्रज्ञांनी पृथ्वीचीं निरनिराळीं युगें कल्पिलीं आहेत. यांपैकीं कित्येकांचा उल्लेख प्रसंगवशात् मागें आलेलाच आहे. या सर्व युगांचीं नांवें, त्यांचा अनुक्रम, त्यांतील अवशेष व त्यांचा अजमासें काल पुढें दिल्याप्रमाणें मानण्यांत येतो (लास्ट वर्ड्स ऑन एव्होल्युशन—हेकेल):—

पृथ्वीच्या सेंद्रिय इतिहासांतील युगें.	भूस्तरशास्त्राचे काल.	सपृष्ठवंशी प्राण्यांचे प्रस्तरावशेष.	प्रस्तरावशेषकालाचा अजमास.
१ प्राक्तनिक (आर्किओझोइक) युग. अपृष्ठवंश युग.	१. लॅरेन्शियन. २. हुरोनियन. ३. कँब्रियन.	सपृष्ठवंशी प्राण्यांचे प्रस्तरावशेष नाहींत.	पांच कोटी वीस लक्ष वर्षें. कर्दमज प्रस्तर ६३,००० फूट जाड.
२ पुराण (पॅलिओझोइक) युग. मत्स्ययुग.	४. सिलुरियन. ५. डेव्होनियन. ६ कर्बजनक (कॉर्बोनिफेरस). ७. पर्मियन	मासे. डिप्नेअस्ट माश्याची जात. भूजलचर प्राणी. सरपटणारे प्राणी.	तीन कोटी चाळीस लक्ष वर्षें. कर्दमज प्रस्तर ४१,२०० फूट जाड.
३ मध्य (मेसोझोइक) युग. (द्वितीयावस्थाक) सरीसृप युग.	८. त्रिस्तर ; (ट्रि आसिक) ९. ज्युरीन (ज्युरासिक) १०. सितोपल (क्रेटॅसियस)	मलमूत्रोत्सर्जनार्थ एकच द्वार असलेले सस्तनप्राणी. (मोनेट्रमेम्स) कांगारू जातीचे प्राणी. जरायुपूर्व (मल्लोथेरिया)	एक कोटी दहा लक्ष वर्षें कर्दमज प्रस्तर १२,२०० फूट जाड.
४ निर्मानुष (सेनोझोइक) युग (तृतीयावस्थाक) सस्तनप्राणियुग	११ नवप्रभात (ए आसीन) १२नवपूर्वतर (ओलीगोसीन) १३ नवपूर्व (मिओसीन) १४ नूतन (प्लिओसीन)	माकडाच्या जातीचे रात्रिंचर प्राणी. (प्रासिमिएलिमर) बाबून माकडांची जात. (सिनोपिथेका) मानवसदृश मर्कट. (अन्थ्रापॉइडीज) मर्कटमानव (पिथेकॅन्थ्रोपी)	तीन कोटी वर्षें ३६,०० फूट जाड.
५ मानुष (ॲन्थ्रोपोझोइक) युग (चतुर्थावस्थाक) मनुष्ययुग.	१५ हैम १६ हैमोत्तर	इतिहासपूर्व मनुष्य रानटी व सुधारलेले मनुष्य.	३,००,००० वर्षें. कर्दमज प्रस्तर थोडा जाड.

एकंदरींत प्रस्तरावशेषशास्त्र निरनिराळ्या प्राणिजातींमधील दुव्वे जुळवून देऊन विकासवादाला पुष्टि देत आहे, असा या शास्त्रासंबंधानें तिसरा व अखेरचा सिद्धांत हल्लीं प्रस्थापित झाला आहे. ही एकोणिसाव्या शतकाअखेरीची या शास्त्राची स्थिति आहे. परंतु पुढें विसाव्या शतकाअखेरपर्यंत कोणी एखादा निराळा लामार्क किंवा डार्विन उत्पन्न होऊन तो एखादा नवाच सिद्धांत पुढें मांडणार नाहीं कशावरून ?

प्रकरण १५ वें.

जीविशास्त्र.

या प्रकरणांत सजीवसृष्टीसंबंधींच्या शास्त्रांचा, म्हणजे मुख्यतः वनस्पतिकोटि, प्राणिकोटी, व मनुष्यकोटी यांचे शरीरावयव व त्यांचे व्यापार यांविषयींच्या शास्त्राचा इतिहास द्यावयाचा आहे. पाश्चात्त्य शास्त्रज्ञ जीविशास्त्र (बायॉलजी) या व्यापक शास्त्राच्या दोन मुख्य

शाखा मानतात. त्या वनस्पतिशास्त्र (बॉटनी) आणि प्राणिशास्त्र (झोऑलजी) या होत. वास्तविक, मानसिक व्यापार मेंदू या शरीरावयवावर अवलंबून असल्यामुळें मानसशास्त्र (सायकॉलजी), तसेंच मनुष्यप्राण्यांच्या शारीरिक व मानसिक व्यापारामुळें उत्पन्न होणारें समाजशास्त्र (सोशिऑलजी) यांचा 'जीविशास्त्रें' या व्यापक नांवाखालीं समावेश व्हावयास पाहिजे. तथापि सोयीकरितां समाजशास्त्र व मानसशास्त्र यांनां शास्त्रज्ञ अगदीं स्वतंत्र मानतात.

उलटपक्षीं,जीविशास्त्रें व अजीविशास्त्रें म्हणजे निर्जीव पदार्थांसंबंधाचीं पदार्थविज्ञान व रसायन हीं शास्त्रें अगदीं स्वतंत्र असल्याचें मानण्याची परंपरा आहे. परंतु अलीकडील शोधांवरून सजीव व निर्जीव सृष्टींतील अंतर दूर होऊन निर्जीवांतूनच सजीव सृष्टि उत्पन्न झाली असली पाहिजे. असें सिद्ध झाल्यासारखें आहे. यासंबंधीं अगदीं अलीकडील शोधांची माहिती ज्ञानकोशाच्या तिसऱ्या विभागांत (पृष्ठ १०) दिली आहे.

पाश्चात्य व भारतीय दोन्हीहि प्राचीन पंडितांनीं वनस्पति व प्राणिशास्त्राचा स्वतंत्रपणें विचार केलेला दिसत नाहीं. आणि मानसिक व्यापारांचा मेंदूशीं किती संबंध आहे याचेंहि ज्ञान फारसें न मिळवितां मानसिक व्यापारांचा तत्त्वज्ञानाशीं व नीतिशास्त्राशीं संबंध जोडून देऊन तदनुसार त्यांची मीमांसा त्यांनीं—विशेषतः भारतीय पंडितांनीं—बऱ्याच उच्चावस्थेस नेलेली दिसते. जगदुत्पत्तीचा विचार करतांना एकंदर जीवांचें वर्गीकरणहि केलेलें आढळतें. त्यासंबंधानें प्राचीन हिंदु, बौद्ध व जैनधर्मी ग्रंथांत ज्या कल्पना आढळतात त्या येथें देतों.

प्राचीन भारतीयांच्या जीविशास्त्रविषयक कल्पना.—अर्वाचीन जीविशास्त्राच्या दृष्टीनें प्राचीन भारतीयांच्या कल्पना कशा प्रकारच्या होत्या, हें पहाण्याकरितां प्राचीन संस्कृत वाङ्मयाचें अवलोकन केलें पाहिजे. जीविशास्त्राचें मूलस्वरूप बव्हंशीं तत्कालीन प्राणिवर्गीकरणपद्धतीवर अवलंबून आहे. प्राचीनांनीं केलेलें प्राणिवर्गीकरण ज्या मानानें शास्त्रीय ठरेल, त्या मानानें त्या काळच्या जीविशास्त्रविषयक कल्पनाविकासाचें यथार्थ स्वरूप लक्षांत येणार आहे. वेदग्रंथांतील दैवतेतिहासांतील उत्पत्तिविषयक कथांमध्यें पुष्कळ ठिकाणीं निरनिराळ्या प्राण्यांचे उल्लेख आले आहेत. तसेंच मनुष्यप्राण्याच्या अत्यंत प्राथमिक अवस्थेंतील अशा कित्येक कल्पनांचे अवशेष वेदग्रंथांमध्यें राहिलेले दिसतात कीं, त्यांवरून त्या काळीं प्राण्यांमध्यें सूक्ष्मभेददर्शक असे पोटवर्ग पाडण्याच्या—इतकेंच नव्हे,तर एकंदर मनुष्यसृष्टीपासून प्राणिसृष्टि वेगवेगळी करण्याच्या—कल्पना देखील अज्ञात स्थितींत असाव्यात, असें मॅकडोनेल, यास वाटतें. परंतु वाजसनेयीसंहिता (३०.८), शतपथब्राह्मण (१३.२,४,२;) व आश्वलायन गृह्यसूत्र (३.४,१) यांत दिसणाऱ्या उल्लेखांचा अर्थ मॅकडोनेलनें ऐतिहासिक पद्धतीनें केलेला नाहीं.

ऋग्वेदामध्यें मानवकुलाची किंवा कांहीं विशिष्ट गोत्रांची उत्पत्ति निरनिराळ्या प्राण्यांपासून झाली असल्याबद्दलचे कांहीं कल्पनांचे प्राचीन अवशेष आढळून येतात असा आरोप करण्यांत आला आहे. त्यांचें म्हणणें असें कीं, काश्यप म्ह० कांसव या नांवाच्या ऋषीचा पुष्कळ ठिकाणीं उल्लेख येतो. शतपथब्राह्मण (७.५,१५) या ठिकाणीं प्रजापतीनें कूर्माचें स्वरूप धारण केल्याचें सांगितलें आहे. ऋग्वेद (७.१८,६-१९) या ठिकाणीं मत्स्य (मासे), अज (बोकड), शिग्रू (शिंगरूं), गोतम (उत्तम बैल), वत्स (वांसरें), शुनक (कुत्रे), कौशिक (घुवड), मांडुकेय (बेडूक) अशा प्रकारचीं गोत्रांचीं नांवें आलीं आहेत, अशा प्रकारचे आरोप अनेक ठिकाणीं दृष्टीस पडतात. त्यांची अपर्याप्त यथार्थता तिसऱ्या विधानांतील गोत्रविषयक विवेचनावरून दिसून येईल. अत्यंत प्राचीन प्राण्यांचें वर्गीकरण वायव्य, आरण्य आणि ग्राम्य असें पुरुष सूक्तांत दिसून येतें. प्राचीन भारतीय वाङ्मयांतील अत्यंत सामान्य वर्गीकरण स्मृति व पुराणें यांमधील सृष्ट्युत्पत्तिविषयक वर्णनांत आढळून येतें ते अण्डज, जारज, स्वेदज व उद्भिज असें होय. मनुस्मृति अध्याय १ श्लोक ३९ ते ४६ मध्यें या वर्गीकरणाचें थोडक्यांत स्वरूप दिलें आहे. यामध्यें प्राणी, वनस्पती, मनुष्यें, देव इत्यादि सर्वांचेच वर्ग पाडलेले आढळतात. यापैकीं प्राण्यांचे स्थूल वर्ग पुढीलप्रमाणें दिले आहेत. तेः—

१ किन्नर—काल्पनिक देवविशेष.
२ वानर—आकारानें मनुष्यसदृश प्राणी.
३ मत्स्य—रोहित वगैरे निरनिराळ्या प्रकारचे मासे.
४ विहंगम—आकाशसंचारी पक्षी.
५ पशु—गायी, बैल यांसारखीं उपयुक्त जनावरें.
६ मृग—हरिण वगैरेसारखे अरण्यवासी प्राणी.
७ व्याल—सिंह, वाघ, लांडगे इत्यादि हिंस्र प्राणी.

हे वरील सात पोटवर्ग एका 'उभयोदत' (दोन दातांच्या ओळी असलेले) अशा संज्ञेच्या मुख्य वर्गांत समाविष्ट होतात. दुसरा एक क्षुद्र जंतूंचा स्थूल वर्ग मानण्यांत आला आहे; व त्यामध्यें किंचित् मोठे (१) कीटक, त्यांपेक्षां लहान (२) कृमि, (३) पतंग, (४) यूकामक्षकमत्कुणादि, (५) वृक्षलतादिस्थावर इत्यादिकांचा अंतर्भाव होतो.

वर सांगितलेल्या सामान्य चतुर्वर्गीकरण पद्धतीप्रमाणें जरायुजवर्गामध्यें पशु, मृग, व्याल, राक्षस, पिशाच, मनुष्यें इत्यादिकांचा अंतर्भाव केला जातो. अंडज वर्गामध्यें पक्षी, सर्प, नक्र, मत्स्य, कच्छप वगैरे स्थलचर व जलचर प्राण्यांचा समावेश केला आहे. डांस, पिसा, ढेंकूण, उवा इत्यादि प्राण्यांचा स्वेदजवर्गामध्यें समावेश करण्यांत आला आहे. व उद्भिज्ज वर्गामध्यें वृक्षवनस्पत्यादींचा समावेश करण्यांत येतो.

यानंतरच्या आस्तिक व नास्तिक दर्शनसंस्थापकांनीं वरील पौराणिक वर्गीकरणपद्धतीचा आश्रय केलेला दिसतो. विशेषतः महावीरानें संस्थापिलेल्या जैन पंथाच्या तत्त्वज्ञानामध्यें या वर्गीकरणाच्या पद्धतीस त्या वेळच्या मानानें बरेंच शास्त्रीय स्वरूप दिलेलें दिसतें. जैनांनीं आपलें वर्गीकरण निरनिराळ्या प्राण्यांच्या इंद्रियसंख्या निश्चित करून तदनुसार केलेलें दिसतें. त्यांनीं एकंदर प्राण्यांचे पुढील वर्ग पाडले आहेतः—

(१) एकेंद्रिय—या वर्गांत वृक्ष वनस्पति वगैरेंचा समावेश करण्यांत येतो.

(२) द्विरिंद्रिय—या वर्गामध्यें कृमिकीटकादिकांचा समावेश होत असून यांनां वरील वर्गाप्रमाणें स्पर्शेंद्रिय व रसनेंद्रिय अशीं दोन इंद्रियें असतात.

(३) त्रिरिंद्रिय—या वर्गामध्यें वरील दोन इंद्रियांपेक्षां जास्त असें घ्राणेंद्रिय असलेल्या मुंग्या वगैरेंचा समावेश होतो.

(४) चतुरिंद्रिय—या वर्गामध्यें मधमाशा, मुंगे इत्यादि येत असून त्यांनां दृगिंद्रिय जास्त असतें.

(५) पंचेंद्रिय—या वर्गामध्यें सर्व सपृष्ठवंश प्राण्यांचा समावेश करण्यांत येतो.

(६) संज्ञिन्—या वर्गामध्यें वरील पांच इंद्रियांखेरीज मन हें जास्त इंद्रिय असलेले मनुष्य, देव वगैरे उच्च प्रतीच्या प्राण्यांचा समावेश होतो; व या वर्गाच्या उलट इतर पहिल्या पांच वर्गांस असंज्ञिन् असें म्हणतात.

तत्त्वज्ञानविषयक ग्रंथांखेरीज वैद्यकग्रंथांतहि वनस्पतींचें वर्गीकरण आलें आहे. आर्यवैद्यकांतील निघण्टुग्रंथांपैकीं अत्यंत महत्त्वाचा राजनिघण्टु या ग्रंथामध्यें त्याचा कर्ता श्रीनरहरि पण्डित यानें एकंदर औषधिवनस्पतींचे एकंदर बारा वर्ग पाडले असून इतर वर्गांपैकीं कांहींमध्यें रोग, मांसाचे प्रकार वगैरेंचें वर्णन आहे. ते औषधींचे १२ वर्ग पुढीलप्रमाणेंः—

१ गुडूच्यादि—हेमा, रुद्रजटा, सोमवल्ली, पलाशी, तमाली इ.
२ शतव्हादि—कार्पासी, विषमुष्टि, महाराष्ट्री, भेण्डा इ.
३ पर्पटादि—धूम्रपत्रा, कोरफड, ब्राह्मी, झण्डू वगैरे.
४ पिप्पल्यादि—कुलंज, आळता, समुद्रफळ वगैरे.
५ मूलकादि—वेत, अळू, निरनिराळे कंद, शशांडुली वगैरे.
८ शाल्मल्यादि—प्राजक्त, तरटी, भूतृण, चणिका वगैरे.
९ प्रभद्रादि—तमाल, वानीर, भूर्जे, लकुच, कारस्कर वगैरे.
१० करवीरादि—पुंनाग, अगस्त्य, जपा, जाती वगैरे.
११ आम्रादि—फणस, आवळा, चिंच, जांभळ वगैरे.
१२ चंदनादि—चंदन, अर्गजा, कस्तुरी वगैरे.

या प्रकारच्या वर्गीकरणामध्यें ग्रंथकारानें कांहीं तरी सामान्य तत्त्वें उपयोगांत आणलीं आहेत. उदाहरणार्थ, मूलकादि वर्गामध्यें वेत, अळू, निरनिराळे कंद इत्यादिकांचा अंतर्भाव करण्यांत आला आहे. तसेंच शाल्मल्यादि वर्गामध्यें खैर, शमी, प्राजक्त, बेल, इङ्गुदी वगैरेंचा अंतर्भाव करण्यांत आला आहे. अगस्त्य, मुचकुंद, माधवी, जपा, जाति इत्यादि लतावनस्पतींचा समावेश प्रभद्रादि वर्गांत करण्यांत आला आहे. फणस, आंबा, जांभळ, नारळी, खजुरी, डाळिंब, पिंपळ, वड, अश्वत्थ, औदुंबर, बोरी, आवळा, चिंच, कवठ, नागवेली वगैरेंचा आम्रादि वर्गांत समावेश आला आहे. चंदनादि वर्गांत निरनिराळ्या सुगंधी वनस्पती व कापूर, कस्तुरी, अर्गजा वगैरे द्रव्यांचाहि समावेश केला आहे. हें वर्गीकरण करतांना त्या त्या वर्गांतील औषधीवनस्पतींमध्यें कोणकोणते सामान्य गुणधर्म दृष्टोत्पत्तीस आले होते त्यांचा कांहीं एक उल्लेख नाहीं, परंतु असें कांहीं तरी गुणधर्म दृष्टोत्पत्तीस आले असल्याशिवाय वर्गीकरण शक्य नाहीं.

प्राचीन भारतीयांनीं या शास्त्राचेंहि इतर आधिभौतिक शास्त्रांप्रमाणें अविद्यामयत्व मानल्यामुळें तत्त्वज्ञानाच्या घटपटादिकांत वरील शास्त्रीय कल्पनांचा विकास होण्याची क्रिया खुरटून गेली होती.

तत्त्वज्ञानाखेरीज, वनस्पती व प्राणी यांची माहिती मिळविण्यास प्राचीन पंडितांनां भाग पाडणारा विषय म्हणजे वैद्यक. रोगांचें निदान व चिकित्सा करण्याकरितां वैद्यकाच्या शारीरशाखा व औषधिशाखा प्राचीन भारतीय व ग्रीक रोमन पंडितांनीं बऱ्याच परिणत केल्या होत्या. त्यासंबंधाची माहिती "वैद्यक-भारतीय व पाश्चात्य" या प्रकरणांत मागें दिली आहे.

वनस्पति व प्राणिशास्त्राच्या आधुनिक वाढीस १८ व्या शतकांत आरंभ झाला व त्यांचा पाया लीनियस (इ. स. १७०७—१७७८) या स्वीडीश शास्त्रज्ञानें घातला. तत्पूर्वी निरनिराळ्या वनस्पती व प्राणी यांचे नमुने जमवून संग्रह करण्याचें काम चाललें होतें, व अमेरिका आणि आस्ट्रेलिया या नूतनज्ञात खंडांतील वनस्पती व प्राणी यांनीं सदरहु संग्रहांत फार मोठी व महत्त्वाची भर घातली. यासंबंधाची माहिती 'सृष्टपदार्थेतिहास' (नॅचरल हिस्ट्री) या नांवाखालीं संगृहीत करण्यांत येत असे.

लीनिअसच्या काळापर्यंतचें सृष्टपदार्थशास्त्र.— अर्वाचीन पद्धतशीर वनस्पतिशास्त्र व प्राणिशास्त्र हीं लीनिअसपासून अस्तित्वांत आलीं असें मानण्याची चाल आहे. परंतु त्याच्या अगोदरहि कांहीं विद्वानांनीं या क्षेत्राकडे लक्ष दिलें होतें. त्यांचा विसर आपण होऊं देतां कामा नये. तीं नांवें खालीलप्रमाणें आहेत. कॉन्राड गेस्नर (१५१६–६५), अँड्रिअस सीझॅलपीनस (१५७९–१६०३), फ्रॅन्सिस्कोरेडी (१६१८–७६), गियोव्हॅनी ऑल्फान्सो बोरेली (१६०८–७९) जॉन रे (१६२८–१७०५), रॉबर्ट हूक (१६३५–१७०३), जॉन स्वॅमडम (१६३७–८०), मारसेलो मालपिघी (१६२८–९४), नेहेमिया ग्र्यू (१६२८–१७११), जोसेफ टूर्नेफोर्टे (१६५६–१७०८), रूडॉल्फ जेकब कॅमेरे रिअस (१६६५–१७२१), स्टीफन हेल्स (१६७७–१७६१). शेवटच्या विद्वानाखेरीज बाकी सगळे

लीनीअसच्या पूर्वीचे होते आणि गेस्नर व सीझॅलपीनस हे तर कोपरनिकसच्या काळचे होते.

मागें मॉरसेलो मालपिघीचा त्यानें केलेल्या शोधाबद्दल उल्लेख आलाच आहे; व तेथें मॉरसेलो हा सूक्ष्म वाहिन्यांतून रक्तगोलक जात असतात हें पाहणारा पहिला निरीक्षक होता असेंहि त्या वेळीं सांगण्यांत आलें आहे. ह्यानेंच स्नायूमय शरीरघटकाचें व्यवच्छेदन प्रथम केल्यामुळें सूक्ष्मदर्शक शारीरशास्त्राचें जनकत्व याचेकडे येतें. परंतु मालपिघी फक्त प्राण्यांच्या स्नायूमय शरीरघटकांचेंच व्यवच्छेदन करून थांबला नाहीं. त्यानें वनस्पतींचेंहि व्यवच्छेदन केलें होतें व त्याला वानस्पत्यशारीरशास्त्राचा जनक म्हणावयासहि हरकत नाहीं. परंतु या मानांत त्याचा भागीदार ग्र्यू नांवाचा इंग्रज गृहस्थ आहे. १६८१ सालीं 'अॅनाटोमिआ प्लँटरम' (वृक्षशारीर) हा मालपिघीचा ग्रंथ प्रसिद्धीसाठीं रॉयल सोसायटीकडे पाठवला गेला. त्याचे पूर्वी थोडे दिवस ग्र्यूचा 'अॅनॅटोमी ऑफ व्हेजीटेबल्स' (वानस्पत्य शारीर) हा ग्रंथ प्रकाशकांच्या हातांत पडला होता. ग्र्यूचें पुस्तक वनस्पतीमधील लिंगविषयक भेद दाखवून देण्याच्या बाबतींत क्रांतिकारक होतें.

रॉबर्ट हूकनें दुर्बिणीमध्यें सुधारणा करून वनस्पतिशास्त्राचा अभ्यास केला व १६६७ मध्यें इतर शोधांबरोबरच बुचाच्या झाडामधील सूक्ष्मरंध्रयुक्त रचनेचा शोध लावला. त्यानें सेल म्हणजे गोलक अथवा पेशी हा शब्द यासंबंधांत प्रथम प्रचारांत आणला. हे हूक वगैरेंचे शोध व यापूर्वी नुकताच लागलेला हार्वेचा रुधिराभिसरणाचा शोध यांनीं प्राणि आणि वनस्पति यांच्या रचनेंतील साम्याकडे लोकांचें लक्ष वेधून घेतलें. हेल्सनें रक्ताच्या दाबांतील प्रेरणा निश्चित करण्यासाठीं प्राण्यांवर बरेच प्रयोग केले होते; व त्याचप्रमाणें वनस्पतींतील रसाच्या दाबाबद्दलहि केले होते. त्यानें १७२७ मध्यें 'व्हेजिटेबल स्टॅटिक्स' (वानस्पत्य स्थितिशास्त्र) हा अतिशय महत्त्वाचा ग्रंथ लिहिला व यामुळें तो वानस्पत्य इंद्रियविज्ञान या शाखेचा जनक मानला गेला आहे.

वनस्पतिशास्त्रामध्यें अगर प्राणिशास्त्रामध्यें लीनिअसच्या वर्गीकरणानें पूर्वीच्या सर्व वर्गीकरणांचें उच्चाटन केलें. पूर्वीच्या वर्गीकरणांत कांहीं शास्त्रीय प्रयत्न होता. परंतु कांहीं वर्गीकरणें "वायव्यान् आरण्यान् ग्राम्याश्चये" या प्रकारच्या पशुवर्गीकरणाप्रमाणें होतीं. १६७० सालच्या सुमारास डॉ. मॉरीसननें वनस्पतींचें वर्गीकरण केलें होतें. यानंतर १२ वर्षांनीं त्याच्या जागीं रेचें वर्गीकरण अस्तित्वांत आलें. रेनें 'फला'च्या आधारावर वनस्पतींचे ३३ वर्ग केले. यानंतर कांहीं वर्षांनीं लिपझीगचे प्रो. रिव्हिनस यांनीं 'फला'च्या तत्त्वावर आणखी एक वर्गीकरण केलें. व त्याचप्रमाणें कॅमेरेरियस व टूर्नेफोर्ट यांनींहि वर्गीकरण केलें. टूर्नेफोर्ट याचें वर्गीकरण अतिशय लोकप्रिय होतें. परंतु फुलवरा अथवा अन्तःपुष्पकोशांच्या आकारानुरूप वनस्पतींचें ८००० प्रकारांचें पद्धतशीर वर्गीकरण लीनिअसनें केल्यामुळें हेंच जास्त प्रमाण मानण्यांत येऊं लागलें.

ह्या आद्य संशोधकांनीं वनस्पतिशास्त्र व प्राणिशास्त्र या दोहोंकडेहि लक्ष पुरवलें होतें. त्यांच्या शास्त्रीय शोधाला 'सृष्टपदार्थशास्त्र' (नॅचरल सायन्स) हें नांव देण्यांत आलें; व त्यांना 'सृष्टिशास्त्रज्ञ' (नॅचरलिस्ट) असें नांव देण्यांत आलें. लीनिअसच्या कालानंतरहि बरेच दिवस ज्ञानाच्या वर्गीकरणाची विशेष जरूरी भासण्याची वेळ आली नव्हती. कारण त्यावेळीं ज्ञानाचा प्रसारच व्हावा तितका झाला नव्हता.

कॅरोलस लीनिअस १७०७ मध्यें स्वीडनमधील रॅशल्ट या गांवीं जन्मला. लहानपणापासूनच बापानें सांगितलेलीं वनस्पतींचीं नांवें व निरनिराळ्या वनस्पतींविषयीं माहिती ध्यानांत ठेवण्याची त्याला आवड होती. पुढें या विषयाशिवाय इतर विषय त्याला मुळींच आवडत नसत. त्याच्या बापाची इच्छा त्यानें धर्मोपदेशक व्हावें अशी होती. परंतु लीनिअसला त्याची आवड नाहीं, व त्याची इंद्रियविज्ञानशास्त्रांत गति आहे हें पाहिल्यावर त्यानें त्याला वैद्यकीकडे घातलें व त्यामध्यें लीनिअस हा चमकूं लागला. याबरोबरच त्यानें इतर पक्षीविद्या, कृमिशास्त्र व वनस्पतिशास्त्र या आवडत्या शास्त्रांचाहि अभ्यास चालू ठेवला. १७२९ सालीं त्यानें वनस्पतींतील लिंगभेदावर लिहिलेल्या निबंधामुळें, उप्साला युनिव्हर्सिटीचा प्रो. ओलॉफ रूडबेकच्या मनावर त्यांतील महत्त्वाच्या कल्पनांचा परिणाम होऊन त्यानें त्याला आपला दुय्यम म्हणून नेमलें. या ठिकाणीं विद्यापीठाचे वनस्पतिशास्त्राभ्यासाकरितां तयार केलेले बगीचे त्याला पूर्णपणें पहावयास व अभ्यास करण्यास मिळाले. व त्यानें 'सिस्टिमा नॅटयूरा' हा पहिला महत्त्वाचा व व्यापक ग्रंथ लिहावयास हातीं घेतला. हा ग्रंथ प्रसिद्ध होतांच त्यांतील पद्धतशीर विवेचनामुळें व वर्गीकरण पद्धतीमुळें तो एकदम लोकांच्या नजरेस आला. यानंतर त्यानें दुसरेहि वनस्पतिशास्त्रावर ग्रंथ लिहिले व आपली प्रसिद्ध 'पद्धति' पूर्ण विवेचनासह लोकांपुढें मांडली. ह्या पद्धतीला 'कृत्रिम पद्धति' असें नांव आहे. कारण ती लिंगभेदाच्या पायावर उभारली असून त्यांत निसर्गसिद्धसाम्यापेक्षां कांहीं ठळक गुणधर्मांवरच वर्गीकरण केलें आहे. आज काल ही पद्धत 'निसर्ग' पद्धतीकडे जाण्याची पायरी म्हणून मानली जाते; परंतु त्या वेळेस ती सर्वांत श्रेष्ठ मानली जात असे.

शास्त्रीय परिभाषेसंबंधीं लीनिअसनें मोठी सुधारणा केली. या वनस्पतिशास्त्रामध्यें, फार गुंतागुंत असल्यामुळें परिभाषा ठरविणें अत्यंत जरूरीचें होतें. त्याच्या ग्रंथांत जवळ जवळ १००० पारिभाषिक शब्द त्यांच्या अर्थासह व स्पष्टीकरणासह दिलेले आढळतात व त्यामुळें काम फार सुकर झालें. त्याची वर्णन करण्याची पद्धति अजूनहि आदर्श म्हणून अनुसरली जाते.

या शास्त्राला निगडित अशी वनस्पतींच्या पारिभाषिक नांवांचीहि यादी अस्तित्वांत येण जरूर होतें. एका वनस्पतीबद्दल पुष्कळ लॅटिन शब्द देऊन वनस्पतीचें वर्णन करण्याची पूर्वीची पद्धत फार बोजड व त्रासदायक होती. तिच्याहून सोपी पद्धत काढण्याचे लीनिअसच्या पूर्वीहि अनेक निष्फल प्रयत्न झाले होते. स्वतः लिनिअसनेंसुद्धां पूर्वी कांहीं अर्धवट प्रयत्न केले होते. पण शेवटीं त्यानें एक पद्धति शोधून काढली. त्या पद्धतीचें सार म्हणजे, कोणत्याहि वनस्पतीला हल्लीं इंग्रज समाजांत ज्याप्रमाणें एक नांव व आडनांव अशी पद्धति आहे त्याप्रमाणेंच फक्त दोन नांवें देऊन टाकणें हें होय. वनस्पतीची जात व जातींतील निरनिराळ्या गुणधर्मांनीं युक्त असें व्यक्तिवाचक नाम एवढेंच लक्षण त्याच्या मतें पुरेसें आहे. उदाहरणार्थ मांजराच्या सर्व जातीला 'फेलीस' हें नांव असून मग 'फेलीस लिओ' म्हणजे सिंह, 'फेलीस डोमेस्टिका' म्हणजे मांजर, 'फेलिस पार्डस' म्हणजे वाघ अशा तऱ्हेनें त्या जातींतील विशिष्ट प्राण्यांस नांवें देतां येतात. त्याच्या पूर्वी एखाद्या वनस्पतीचें वर्णन देण्याला ४ ओळी लागत असत, त्या ऐवजीं या पद्धतीनें दोन शब्दांतच आपणांस त्या झाडाचें वर्णन देतां येतें. १७३८मध्यें तो पॅरीसला गेला असतांना त्यानें बर्नार्ड व अँटाइ लॅरेन दाज्यूस्यू या वनस्पतिशास्त्रज्ञांबरोबर वनस्पतिशास्त्राबद्दल चिकित्सा केली. व पुढें या दोन शास्त्रज्ञांनीं काढलेल्या 'निसर्ग' पद्धतीनें लीनिअसच्या पद्धतीचें स्थान घेतलें. त्यांची पद्धत फार सोपी व निसर्गसाम्यावरून ठरवलेली आहे. त्यांची पद्धत दलावर, बीजाच्या रचनेवर व पुंकेसरावर उभारलेली आहे. तीमध्यें नंतर थोडेफार फेरफार झाले आहेत, परंतु त्यांची पद्धत वनस्पतिवर्गीकरणाचा पाया आहे यांत संशय नाहीं.

अर्वाचीन वनस्पति शास्त्राची वाढ.—रॉबर्ट ब्राऊन (१७७३ ते १८५८) या वनस्पतिशास्त्रज्ञानें प्रथम नैसर्गिक वर्गीकरणपद्धतीची बाजू उचलून धरली. इ. स. १८२७ मध्यें त्यानें वनस्पतींतील आवृतबीज आणि अनावृतबीज या दोन वर्गांतील फरक नजरेस आणिला. इ. स. १८३० मध्यें जॉन लिंडले यानें कँडोल याच्याच पद्धतींत थोडाफार फेरफार करून आपला वर्गीकरणपद्धतीवरील ग्रंथ लिहिला. इ. स. १८३२ ते १८५९ या कालांत वनस्पतिशास्त्राच्या पद्धतशीर अभ्यासांत बरीचशी प्रगति झाली. या कालांतील प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ एस्. एल्. एंडलिशर (१८०४ ते १८४९) व जे. लिंडले हे होते.

तथापि, या कालांत सपुष्पवनस्पतींचा जितका अभ्यास झाला होता, तितका अपुष्पवनस्पतींचा झाला नव्हता. परंतु संयुक्त सूक्ष्मदर्शकांत बरीच सुधारणा झाल्यामुळें या वनस्पतींचाहि सूक्ष्म अभ्यास करणें शक्य झालें. इ. स १८५१ मध्यें विल्हेल्म् हॉफमीस्टर यानें अपुष्पवनस्पतींतील उच्च वर्गांतील झाडांच्या पिण्डवृद्धीचा तौलानिक अभ्यास करून जे शोध प्रसिद्ध केले, त्यांमुळें या उच्च वर्गांतील वनस्पतींच्या परस्परसंबंधावर बराच प्रकाश पडून त्यांचें स्थाणुवर्ग, शेवालवर्ग, नेचावग व सपुष्पवर्ग इत्यादि वर्गांत वर्गीकरण करता आलें. सपुष्पवर्गांतच आवृतबीज व अनावृतबीज येतात.

सपुष्प वनस्पति अथवा बीजवनस्पति याचें बेन्थॅम आणि हूकर यांनीं केलेलें वर्गीकरण सध्यां इंग्लंड आणि अमेरिकेमध्यें मान्य केलें जातें. यांनीं अनेक वनस्पतींचें काळजीपूर्वक परीक्षण करून निरनिराळ्या जातींच्या वनस्पतींचें वर्णन आपल्या 'वनस्पतिजाती' (जिनेरा प्लँटेरम्) या ग्रंथांत दिलें आहे. या पद्धतीहून थोडीशी भिन्न पद्धति ए. डब्ल्यू. ऐक्लर (बर्लिन १८८३) यानें पुढें आणिली आहे; व बर्लिन येथील डॉ. अॅडॉल्फ एंग्लर यानें तींतच थोडा फेरफार करून तिला पूर्णावस्थेस नेण्याचा प्रयत्न केला आहे.

वनस्पतींच्या वर्गीकरणाइतका त्यांच्या शारीर व इंद्रियविज्ञान या शाखांचा अभ्यास त्याच गतीनें चालू राहिला नाहीं. ग्र्यू आणि मालपिघि यांच्या नंतर सुमारें शंभर वर्षें या शाखांकडे दुर्लक्षच झालें होतें. इ. स. १८०२ मध्यें मिर्बेल (१७७६ ते १८५४) यानें वानस्पत्य शारीर, व इंद्रियविज्ञान या विषयांवर एक ग्रंथ लिहिला. यानंतर लौकरच कुर्ट स्प्रेंगेल व एल्. सी. ट्रेव्हिरॅनस यांचे ग्रंथ बाहेर पडले. इ. स. १८१२ मध्यें जे. जे. पी. मोल्डनहॉवर यानें वनस्पतिघटक पाण्यांत ओले करून त्यांच्या पेशी वेगळ्या काढल्या. एफ्. जे. एफ्. मेयन् आणि एच्. व्हॉन मोहल यांनीं एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्याच्या सुमारास वानस्पत्यशारीर या विषयाच्या अभ्यासास शास्त्रीय पद्धति लावून दिली. याच वेळीं एम्. जे. श्लीडेन (१८०४ ते १८८१) आणि एफ्. उंगेर (१८०० ते १८७०) यांनींहि या शास्त्राचा अभ्यास चालविला होता. नागेली यानें अणुमय घटनेच्या पेशीमय पापुद्र्याच्या वाढीचा अभ्यास चालविला होता. याच अभ्यासामुळें हल्लींच्या सिटॉलॉजी या शाखेंत अंतर्भूत होणाऱ्या, पेशींच्या ६ःनं अभ्यासाच्या अर्वाचीन पद्धतीचा उगम झाला. कार्ल सॅनिओ आणि हॉर्टिग् यांनीं वनस्पतिघटकांची रचना व वाढ यांच्या ज्ञानांत भर घातली; व बॅरी याच्या ग्रंथानें (१८७७—'सपुष्पवनस्पति व नेचा यांचें तौलनिक शारीर) उपलब्ध ज्ञानाची उत्तम रीतीनें मांडणी केली. यानंतर या शाखेंतील शोध टायघेम् व त्याचे शिष्य यांनीं पुढें चालविले आहेत; व उपलब्ध ज्ञात गोष्टींवरून सामान्य नियम बसविण्याचा प्रयत्न चालू आहे.

वनस्पतींमध्यें लिंगभेद असतो ही गोष्ट प्राचीन कालापासून ज्ञात होती. इजिप्तमध्यें खजूराचें पीक येण्याकरितां दोन प्रकारचीं फुलें एकत्र आणावीं लागतात ही गोष्ट प्राचीन कालींच ज्ञात होती. खजूरीची लागवड करणारे फक्त स्त्रीजातींच्याच झाडांची पैदास करीत असत व पीक येण्याकरितां रानांतील झाडांचीं फुलें आणीत असत. बाबिलोनिअन लोकांनांहि खजुराच्या झाडांतील स्त्रीपुरुष भेद

माहीत होता, ही गोष्ट आपणांस हिरोडोटसवरून दिसते. थिऑफ्रॅस्टस यानेंहि झाडांतील लिंगभेदाचा उल्लेख केला आहे. थिओफ्रॅस्टसनंतर सॅझॅल्पीनस यानेंच लिंगभेदाबद्दल विचार केलेला आढळतो. यानंतर नेहेमिया ग्रयू यानें आपल्या ग्रंथांत स्त्री आणि पुंकेसरांच्या कार्याबद्दल विवेचन केलेलें आढळतें. ग्रयूच्या म्हणण्याचा अनुवाद रे यानें आपल्या १६९४ मध्यें प्रसिद्ध केलेल्या ग्रंथांत केलेला आढळतो. टुबिंजेन येथील वैद्यक व वनस्पतिशास्त्राचा अध्यापक जे. कॅमेरेरिअस यानें स्त्री व पुंकेसर यांचें जननक्रियेंतील कार्य विवेचन करणारें एक पत्र प्रसिद्ध केलें व त्यांत अपुष्पवनस्पतींत हीं इंद्रियें शोधून काढणें किती अवघड जातें हें दाखविलें. सॅम्युएल मोरलंड यानें परागांच्या कार्याविषयीं एक निबंध लिहून ग्लीडेन यानें पुढें केलेल्या कार्याची अंधुक कल्पना आणून दिली. १७११ मध्यें जिऑफ्रॉय यानें फलोत्पत्तिमध्यें स्त्रीपुंकेसर व परागमिश्रणाच्या कार्यांची आवश्यकता प्रतिपादन लिनिअसनें १७३६ मध्यें वनस्पतींचें सपुष्प व अपुष्प या दोन वर्गांत वर्गीकरण केलें. यानंतर जोहॅान हेड्विग (१७३० ते १७९९) यानें शेवालांतील जननेंद्रियासंबंधीं माहिती देणारा आपला ग्रंथ इ. स. १७८२ मध्यें प्रसिद्ध करीपर्यंत वानस्पत्यइंद्रियविज्ञानांत फारशी प्रगति झाली नव्हती; व वानस्पत्य पिण्डवृद्धिशास्त्रामध्यें बरेच दिवस मुळींच प्रगति झाली नाहीं. इ. स. १८१५ मध्यें ट्रेव्हिरॅनस यानें वानस्पत्यपिण्डवृद्धिशास्त्रांत कांहीं संशोधन केलें; पण फारशी नवीन माहिती मिळविली नाहीं. १८२३ मध्यें ॲमिसी यानें परागपिटिकांचा शोध लाविला. यानंतर ब्रॅामिआर्टे व ब्राऊन यांनीं याच दिशेनें शोध करून ब्राउननें परागपिटिका बीजांडकेंद्रापर्यंत गेलेली असते हें दाखविलें. या शोधांनीं कांहीं दिवसांनंतर श्लीडेन, श्वॅान, मोहल वगैरे शास्त्रज्ञांनीं जें पेशीभवन अथवा पिंडघटनेसंबंधीं शोध लावले, त्यांचा पाया घालून दिला. अलीकडे पिंडवृद्धि व फलोत्पत्ति या शाखांची सपुष्प व अपुष्प या दोन्हींहि वर्गांच्या वनस्पतींच्या बाबतींत बरीच प्रगति झाली आहे व नवीन नवीन शोध उत्साहानें लावण्यांत येत आहेत. डार्विन यानें ऑर्चिड (कृमिसदृश) वर्गांतील प्रिम्यूला, लिनम, लिथ्रम वगैरे वनस्पतींच्या उत्पत्तीबद्दल व या उत्पत्तीमध्यें कृमींकडून होणाऱ्या कार्याबद्दल जें विवेचन केलें आहे, त्यामुळें स्प्रेंगेल यानें अठराव्या शतकाच्या अखेरीस जीं विधानें केलीं होतीं त्यांचें स्पष्टीकरण होऊन वनस्पतिशास्त्रांतील एक नवेंच अभ्यासक्षेत्र खुलें झालें आहे; व या क्षेत्रांत हर्मन मुल्लर, फेडेरिको डेल्पिनो, पॉल नुथ इत्यादिकांनीं शोध चालविले आहेत.

स्टीफन हेल्स यानें स्टॅटिकल एसेज (१७२७) या ग्रंथांत वानस्पत्यइंद्रियविज्ञानांतील कांहीं शोध, उ० वनस्पतींचें पोषण कसें होतें व वनस्पतींत जीवनरस कसा पुरविला जातो इत्यादि प्रसिद्ध केले होते. वनस्पतींना हवेंतून अन्न मिळतें व हें अन्न, त्या पानांच्या द्वारें ग्रहण करतात या गोष्टी त्यानें निदर्शनास आणिल्या होत्या. जे. प्रीस्टले आणि लव्हॅाझिए यांनीं अठराव्या शतकाच्या अखेरीस अर्वाचीन रसायनशास्त्राची वाढ केली, त्यामुळें वनस्पतींच्या पोषक क्रियेचा अभ्यास करणें शक्य झालें. इंगेनहौज यानें १७७९ मध्यें वनस्पती कर्बाम्ल वायु सतत बाहेर टाकीत असतात, परंतु हिरवीं पान व अंकुर हीं सूर्यप्रकाशांत फक्त प्राणवायु बाहेर टाकतात या गोष्टींचा शोध लावला; व त्यामुळें वनस्पतींची कर्बाम्ल वायु ग्रहण करण्याची क्रिया व श्वासोच्छ्वासक्रिया यांतील भेद स्पष्ट केला. एन्. टी. दे सॉसूर (१७६७ ते १८४५) यानें वनस्पतिपोषणाच्या क्रियेचें कार्य परिमाणात्मक पद्धतीनें निश्चित केलें. या शाखेंत पुढें ड्युट्रोशे यानें कांहीं संशोधन केलें व लीबिग यानें रसायनशास्त्राच्या मदतीनें वातावरण व जमीन यांचें वनस्पतिसंवर्धनांतील कार्य निश्चित केलें.

वनस्पतींच्या इंद्रियांच्या हालचालीविषयींचा अभ्यास जॉन रे आणि लिनिअस यांनीं थोडाफार केला होता. यानंतर या क्षेत्रांत अँड्र्यू नाइट, ड्युट्रोशे व मोहल यांनीं कांहीं परिश्रम केले. डार्विन यानेंहि उंच वाढणाऱ्या वेली व कृमिभक्षक पानें यासंबंधीं शोध करून वनस्पतींवर बाह्यशक्तींचा होणारा परिणाम हें एक नवीनच क्षेत्र अभ्यासकांना निर्माण करून दिलें आहे. पुढें ज्युलिअस सॅक्स व त्याचे शिष्य यांनीं वानस्पत्यइंद्रियविज्ञानशास्त्राची शास्त्रीय पायावर उभारणी केली आहे व त्या क्षेत्रांत नवीन नवीन शोध लागत आहेत. के. गोबेल, ई. स्ट्रॅस्वर्गर व वॅरी यांनीं वनस्पतींचा बाह्यस्वरूपावलक्षी अभ्यास चालविला आहे. तसेंच वनस्पतींतील पेशी व त्यांतील द्रव्यें याविषयींहि पेशीरचनाशास्त्र या नांवाची शाखा निर्माण झाली आहे.

भौगोलिक दृष्ट्या वनस्पतींच्या प्रसाराचा अभ्यास हंबोल्टपासून सुरू होऊन डार्विन, हूकर, वॅलेस वगैरेंनीं त्यांत परिश्रम केले आहेत. वनस्पति आणि हवामान यांतील संबंधाचाहि अभ्यास चालू आहे. या शाखेस 'एकॉलजी' असें नांव आहे.

वानस्पत्यप्रस्तरावशेषशास्त्रांतहि वनस्पतिशास्त्रज्ञ व भुस्तरशास्त्रज्ञ यांनीं बरीच प्रगति केली आहे, व निरनिराळ्या काळच्या वनस्पतींच्या अवशेषांवरून पृथ्वीच्या इतिहासांतील युगें व त्या युगांतील हवामान निश्चित करण्याचा प्रयत्न चालू आहे. या क्षेत्रांत ब्रॅामिआर्टे, गोइपर्ट आणि शिंपर यांनीं बरीच प्रगति केली आहे. त्याप्रमाणेंच आर्स्वॅाल्ड हीर (१८०९ते१८८३) यानें आर्क्टिक प्रदेशांतील मिओसीन युगांतील वनस्पतींविषयीं, व गॅस्टन सॅपोर्टा (१८२३ते १८९५) यानें तृतीय युगांतील वनस्पतींविषयीं संशोधन केलें आहे. सर जे. डब्ल्यु डॉसन आणि लिओ लेस्केरो यांनीं कानडा व अमेरिकेंतील वानस्पत्यप्रस्तरावशेषांबद्दल माहिती प्रसिद्ध केली आहे. ग्रेट ब्रिटनमध्यें डब्ल्यू. सी.

विल्यमसन् यांनें दगडी कोळशांतील वानस्पत्यावशेषांवरून त्या वनस्पतींचा अभ्यास करण्यास सुरुवात केली; व तो अभ्यास बॅर्ट्रेंड रेनोल्ट, डी. एच्. स्कॉट., ए. सी. सेवर्ड, इत्यादिकांनीं पुढें चालवून नष्ट झालेल्या वनस्पतींसंबंधीं व उपलब्ध असलेल्या वनस्पतींच्या वंशावळीसंबंधीं बरेच शोध लाविले आहेत.

हल्लीं वनस्पतिशास्त्राची खालील शाखांत विभागणी झाली आहे:—(१) रचना,(२) पेशीरचना, (३) इंद्रिय-विज्ञान, (४) वर्गीकरण, (५) भौगोलिक प्रसार, (६) वानस्पत्यप्रस्तरावशेष,(७) एकॉलजी (परिस्थिति परिणाम).

विकासवाद

आधुनिक जीवशास्त्राची इंद्रियविज्ञान (फीजिऑलजी) ही एक शाखा आहे; व याच इंद्रियविज्ञानाचा वैद्यकांत समावेश अवश्य असतो; म्हणून आधुनिक इंद्रियविज्ञानाचाहि अन्तर्भाव मागें वैद्यकाच्या प्रकरणांत केला आहे. जीविशास्त्रांतला दुसरा महत्त्वाचा प्रश्न वनस्पती व प्राणिजातींच्या मूळ उत्पत्तीसंबंधाचा. या प्रश्नाचा समावेश प्राचीन भारतीयांनीं एकंदर जगदुत्पत्तीच्या मोठ्या प्रश्नांत करून या एकंदर प्रश्नाचा तत्त्वज्ञानांत विचार केलेला आढळतो.

सृष्ट्युत्पत्तिविषयक भारतीय कल्पना.—प्राचीन भारतीयांना अगदीं आरंभापासून एकंदर विश्वांतील विकासवादाची कल्पना होती असें म्हणण्यास पुरावा आहे. परंतु इतक्या प्राचीन काळीं आतांप्रमाणें प्रायोगिक साधनसामुग्री उपलब्ध नसल्यामुळें त्यांना बऱ्याच स्थळीं केवळ प्रगल्भ अशा कल्पनाशक्तीच्या जोरावरच काम भागवावें लागत असे हें लक्षांत घेतलें, व तत्कालीन कल्पनांतील व आधुनिक कालांतील सुधारलेल्या प्रयोगसिद्ध अशा विकासवादांतील आश्चर्यकारक सादृश्यें यांचा विचार केला तर प्राचीनांच्या पूर्णत्वास पोहोंचलेल्या विचारशक्तीबद्दल केव्हांहि कुतूहल वाटेल.

प्राचीनांच्या विकासवादास तत्कालीन तत्त्वज्ञानामध्यें—विशेषतः सांख्य पद्धतीमध्यें—'परिणामवाद' किंवा 'गुण परिणाम वाद असें नांव दिलें आहे. विश्वोत्पत्तीचें विवरण करतांना थोड्या बहुत प्रमाणांत सर्व भारतीय शास्त्रकारांनीं या परिणामवादाचाच अंगीकार केला आहे.

अत्यंत प्राचीन उपनिषदांपैकीं जें छांदोग्य त्यामध्यें सूक्ष्म अशीं तेज, आप् व अन्न (पृथ्वी) हीं तीनच महाभूतें सांगितलीं असून या तिहींच्या मिश्रणानें—त्रिवृत्करणानें—सर्व स्थूल पृथ्वीचा विकास दाखविला आहे. तैत्तिरीयोपनिषदांत पंचमहाभूतांचा उल्लेख असून त्यानंतर "पृथिव्या ओषधयः। ओषधीभ्यो ऽन्नम्। अन्नात्पुरुषः।" पृथिवीपासून वनस्पति, वनस्पतीपासून अन्न व अन्नापासून पुरुष उत्पन्न झाला असें म्हटलें आहे.

अर्वाचीन विकासवाद चैतन्ययुक्त अशा मनुष्यप्राण्यांचा विकास मूळांत औषधिवनस्पति व त्यांजपासून अत्यंत सूक्ष्म कृमि, मत्स्य अशा लहान प्राण्यांपासून क्रमाक्रमानें झाला असल्याचें सिद्ध करतो. परंतु प्राचीन सांख्य यांनीं आत्मतत्त्व निराळें मानिलें व इंद्रियांचा विकास प्रकृतीपासून झाल्याचें मानलें आहे. मूळ प्रकृतींत अहंकारानें भिन्न भिन्न पदार्थ बनण्याची शक्ति आल्यावर पुढील वाढीच्या दोन शाखा पाडल्या आहेत त्याः (१) सेंद्रिय सृष्टि— म्हणजे झाडें-मनुष्यें इत्यादि व (२) निरिंद्रिय म्हणजे जड सृष्टि या होत. सेंद्रिय सृष्टीचा विचार करतांना देह व आत्मा सोडून फक्त सूक्ष्म इंद्रियांचाच यांनीं विचार केला आहे. सेंद्रिय सृष्टीपैकीं मूळ जंतूच्या त्वचेशीं प्रकाशादिकांच्या संयोगानें स्थूल इंद्रियांचा प्रादुर्भाव होतो हें अर्वाचीन आधिभौतिकवाद्यांचें तत्त्व सांख्यांसहि मान्य आहे. परंतु नेत्रादि भिन्न इंद्रियें प्रथम उत्पन्नच कां होतात याची उपपत्ति पाश्चात्त्य आधिभौतिक सृष्टिशास्त्र सांगत नाहीं. सांख्यांनीं मात्र याचें कारण शोधण्याचा प्रयत्न केला आहे. त्याचप्रमाणें भारतीयांची चौऱ्यांशी लक्ष योनींची कल्पनाहि अर्न्स्ट हेकेल इत्यादि अर्वाचिन शास्त्रज्ञांच्या शास्त्रीयविकासकल्पनेस जुळती आहे. सारांश, एका जड प्रकृतीपासून पुढें सर्व व्यक्त पदार्थ कोणत्या क्रमानें निघाले एवढाच जर विचार केला तर पाश्चात्त्य विकासवादांत व सांख्यांच्या प्रकृतिपरिणाम वादांत फारसा भेद नाहीं.

जीवजातींच्या उत्पत्तीसंबंधीं ग्रीक रोमन पंडितांच्या कल्पना.—जीवजातींमध्यें रूपांतर होत जातें आणि जुन्या प्राण्यांच्या जातींपासून नव्या जाती उत्पन्न होतात, ही कल्पना जुनीच आहे; ती प्राचीन ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांच्या ग्रंथांतून पुष्कळ ठिकाणीं आढळते. आरिस्टॉटलनें आपल्या ग्रंथांत यासंबंधींचे विचार दिलेले असून ते त्याचे एकट्याचे विचार नसून ग्रीक पंडितवर्गाचीं मतें तशींच होतीं असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. आरिस्टॉटलनें असें स्पष्ट लिहून ठेविलें आहे कीं, जीवांच्या निरनिराळ्या जाती ही एक सांखळी असून जुन्या व अप्रगल्भ जीवजातींपासूनच नव्या व शरीरावयवांनीं पूर्ण, कार्यक्षमता प्राप्त झालेल्या उच्च कोटींतील जीवजातींची उत्पत्ति होत असते. इतकेंच नव्हे तर आरिस्टॉटल असेंहि म्हणतो कीं, निरिंद्रिय सृष्टीमध्यें घडामोड होऊन सजीवांची उत्पत्ति झाली. त्या घडामोडीनें प्रथम वनस्पती उत्पन्न झाल्या; त्यांच्यामध्यें शरीरपोषण व नूतनोत्पत्ति या क्रिया असतात, पण संवेदना व बुद्धिव्यापार यांचा अभाव असतो. पुढें वनस्पतींतूनच 'झुफाइट' वर्गांतले वनस्पतिसदृश प्राणी निर्माण झाले, नंतर त्यांच्यामधून प्रगल्भावयवी प्राणी, व अखेर त्यांमधून बुद्धिगुणानें सर्वश्रेष्ठ असलेला मनुष्यप्राणी उत्पन्न झाला. तात्पर्य, पूर्णतावस्थेप्रत पोहोंचण्याकरितां सतत धडपड करणें हा नियम निसर्गामध्यें सर्वत्र दिसून येतो, व त्यामुळेंच निर्जीव सृष्टींतून सजीव वनस्पती, प्राणी, व अखेर मनुष्यकोटि निर्माण झाली.

या आरिस्टॉटलच्या वर्णनांत विकासवादाची कल्पना स्पष्टपणें भरलेली आहे. मात्र विकास होत जाण्याचीं नैसर्गिक कारणें त्याला बरोबर कळलीं नव्हतीं. वास्तविक योग्यतमातिजीवनाचें (सर्व्हायव्हल ऑफ दी फिटेस्ट) तत्त्वहि एम्पेडोक्लीज या पूर्वीच्या ग्रीक तत्त्ववेत्याच्या ग्रंथांत होतें, पण आरिस्टॉटलनें तें अग्राह्य मानलें. शिवाय विकासवाद परिणत स्वरूपांत मांडण्यास आवश्यक तितकें इतर शास्त्रीय संशोधनहि त्या काळीं झालेलें नव्हतें.

विश्वोत्पत्तीच्या ख्रिस्ती धर्मग्रंथांतील कल्पना.— ग्रीक कल्पनांनंतर बायबलांतील कल्पना यूरोपांतील सर्व ख्रिस्ती समाजांत बद्धमूल होऊन बसल्या; त्या इतक्या कीं बायबलांतील हकीकतीविरुद्ध शास्त्रीय सिद्धांत पुढें मांडणाऱ्या विद्वानांनां १५ व्या १६ व्या शतकांतहि धर्मगुरूंचा छळ सोसावा लागला. धर्मग्रंथांची प्रवृत्ति बहुधा सर्व कर्तृत्व ईश्वराकडे देण्याची असल्यामुळें, परमेश्वरानें ही निर्जीव सजीव सर्व सृष्टि, वनस्पती, प्राणी व सर्व श्रेष्ठ मनुष्यजातीसुद्धां सहा दिवसांत तयार केली, असें बायबलांत वर्णन आहे. ही बायबलांतील मतें १५ व्या शतकांत नवीन खंडाचा शोध लागून प्राचीन ग्रीक रोमन विद्यांचें पुनरुज्जीवन होईपर्यंत प्रचलित होतीं, व पुढें १६ । १७ । १८ व्या शतकांत पाश्चात्य शास्त्रज्ञांनां हीं बायबलांतील मतें खोटीं ठरवून आपले शास्त्रीय सिद्धांत प्रथम पुराणमताभिमानी विद्वानांनां व नंतर सर्वसाधारण जनतेला पटवून देण्यास किती झगडावें लागलें त्याची हकीकत या विभागांतील अनेक प्रकरणांच्या वाचनानें लक्षांत येईल. असो.

आधुनिक पाश्चात्य विकासवाद.—आधुनिक काळांत जीवशास्त्रांतर्गत वनस्पतिशास्त्र व प्राणिशास्त्र यांनां आरंभ नूतन खंडांच्या संशोधनापासून झाला. कारण या नव्या भूभागांत नव्यानव्या वनस्पती व प्राणिजाती संशोधकांनां फार आढळल्या, व त्यांचा संग्रह यूरोपांत होऊं लागला. हा संग्रह अवाढव्य वाढत चालल्यामुळें त्याचें पद्धतशीर शास्त्रीय वर्गीकरण करण्याकडे शास्त्रज्ञांची प्रवृत्ति वळली. वर्गीकरणाच्या कार्यांतूनच विकासवादाचा जन्म झाला व त्याला भूशास्त्रांतर्गत प्रस्तरावशेषशास्त्रांतील पुराव्यानें पुष्टि मिळून तो कायमचा प्रस्थापित झाला. या विकासवादाला प्रत्यक्ष पुरावा पुष्कळ मिळाला असल्यामुळें प्राचीन तत्त्ववेत्त्यांच्या विकासवादविषयक निव्वळ कल्पनांपेक्षां फार महत्त्व आहे. म्हणून त्याची सविस्तर माहिती येथें देतों.

गोइटे आणि शरीरविभागांचें स्वरूपान्तर.— कोलेरिजनें हम्फ्रे डेव्हीबद्दल असे उद्गार काढले होते कीं, हम्फ्रे डेव्हीनें रसायनशास्त्रज्ञांत अग्रगण्य बनण्याचें ठरवून त्या शास्त्राला स्वतःस वाहून घेतलें नसतें तर त्याला तत्कालीन कवींपैकीं सर्वश्रेष्ठ अशी कीर्ति खास संपादन करतां आली असती. हे उद्गार समतोल बुद्धीच्या धोरणी टीकाकारास शोभण्यासारखे नसून त्या दोघां विद्वानांमधील मित्रिशय मैत्रीचेच ते अधिक निदर्शक आहेत असें म्हणावें लागेल. पण तें कांहींहि असलें तरी ही गोष्ट निर्विवाद खरी आहे कीं त्या काळांतला जो खरोखरच सर्वांत उत्तम कवि म्हणून गणला गेलेला आहे. त्याचें चित्त जर काव्यकलेनें तितकें वेधलें नसतें तर तो मात्र शास्त्रज्ञांमध्यें उत्तम प्रतीचा शास्त्रज्ञ बनल्यावांचून खास राहिला नसता, आणि मनाचा वास्तविक ओढा इतका दुसरीकडे असतांहि, जोहन वुल्फगँग व्हान गोइटे यानें शुद्ध शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांत इतके विजय मिळविलेले आहेत कीं, त्यानें कवि या नात्यानें एक ओळहि लिहिलेली नसती तरी त्याच्या वरील विजयांनींच त्याचें नांव अजरामर करून ठेविलें असतें. उच्च प्रतीच्या माणसांची बुद्धिमत्ता अशीच अष्टपैलू असते.

विद्वान् शास्त्रज्ञ म्हणून गोइटेची जी कीर्ति आहे तिचा पाया त्याच्या १७९० मध्यें प्रसिद्ध झालेल्या ग्रंथानें घातला. या ग्रंथाचें नांव शरीरविभागांचें स्वरूपान्तर (मेटामॉर्फोसिस ऑफ पार्टस) असें असून त्यांत त्यानें असा एक चमत्कारिक सिद्धान्त पुढें मांडला होता कीं, कोणत्याहि फुलाचे सर्व भाग पानांचेंच रूपान्तर होऊन तयार झालेले असतात.

शरीरविभागांच्या स्वरूपान्तरासंबंधाचा पुढें मांडलेला हा सिद्धान्त लवकरच अधिक व्यापक होऊं लागला; कारण या सुमारास गोइटे व ओकेन या दोघांनीं स्वतंत्रपणें असें एक तत्त्व पुढें आणलें कीं, सपृष्ठवंशी प्राण्यांचें मस्तक पाठीच्या कण्यांतच कांहीं फेरबदल व वाढ होऊन तयार झालेलें असतें. या कल्पना कवीलाच शोभण्यासारख्या आहेत—खरोखरच हरएक सृष्टपदार्थांतील परस्पर संबंध ओळखणाऱ्या कविप्रतिभेखेरीज इतर कोणाच्याहि मनाला वरील कल्पना सुचणें अशक्य आहे.

परंतु ही कवीची कल्पनाच शास्त्रीय दृष्ट्या अत्यंत खरी असल्याचें ठरलें. शरीरविभागांच्या रूपान्तरासंबंधाचें हें तत्त्व अत्यन्त महत्त्वाचें असल्याचें लवकरच सर्व शास्त्रज्ञ मानूं लागले.

तथापि या तत्त्वाचा अर्थ किती व्यापक आहे याची यथातथ्य जाणीव या तत्त्वाच्या प्रथमारंभींच्या पुरस्कर्त्यांपैकीं फारच थोड्या जणांनां झालेली होती. फुलाचे सर्व निरनिराळे भाग—असंख्य निरनिराळ्या प्रकारच्या रंगांचे व आकारांचे पुष्पबाह्यकोशदल, पाकळ्या, पुंकेसर, स्त्रीकेसर वगैरे—हे केवळ मूळ पानांतच फेरबदल होत होत तयार होतात. अर्थात् हा फरक व ही वाढ फार आश्चर्यकारक स्वरूपाची आहे यांत शंका नाहीं. पुंकेसर हा म्हणजे एक स्वरूपान्तर झालेलें पानच होय, या म्हणण्याला कांहीं अर्थ असेल तर तो असा कीं बऱ्याच कालावधींत मंद किंवा त्वरित क्रमांनीं पानामध्यें पिढ्यानपिढ्या फरक होत होत अखेर पानाचाच पुंकेसर बनला. परंतु जर अशा प्रकारचें रूपान्तर होत जाणें शक्य असेल—जर पान व पुंकेसर यांमध्यें दिसणारें मोठें अन्तर अनेक पिढ्यांत थोडथोड.

फरक होत होत भरून येणें शक्य असेल—तर सावयवी जीवां-मध्यें होत जाणाऱ्या फरकाला मर्यादा तरी कोणती व कोठें समजावयाची? एका प्रकारच्या जीवांमध्यें फरक होतां होतां अखेर पहिल्याहून सर्वस्वी भिन्न असा जीव उत्पन्न होणार नाहीं कशावरून? असें शक्य असेल तर मूळ एकाच प्रकारच्या पूर्वजांपासून अनेक निरनिराळ्या प्रकारच्या जातींचे प्राणी तयार झाले असले पाहिजेत असें मानण्यास काय हरकत आहे? हीं विचारसरणीहि कवीची स्वप्नसृष्टि आहे असें वाटतें; पण खरोखरच हें केवळ स्वप्न आहे काय? गोइटेला तरी हें स्वप्न आहे असें वाटत नव्हतें. वनस्पतींच्या निरनिराळ्या शरीरविभागांच्या रूपान्तराविषयीं अवलोकन करीत असतां त्याच्या मनाची अशी खात्री पटत चालली कीं, वनस्पती व प्राणी यांच्या आजकाल ज्या असंख्य जाती दिसत आहेत त्या मूळच्या कांहीं थोडक्या पितृजातींपासून कालान्तरानें फरक होत होत तयार झाल्या आहेत. मूळ बीजापासून एखाद्या प्रचंड वृक्षाच्या शाखा ज्याप्रमाणें पोसल्या जातात तद्वत्‌च ही स्थिति होय. ही कल्पना मोठी धाडसाची व क्रान्तिकारक आहे, व ही केवळ कवीची कल्पनाच आहे असेंच त्या वेळीं सर्व जगाला वाटत होतें.

एरास्मस डार्वीन.—ज्या वेळीं गोइटे कवीच्या डोक्यांत वरील प्रकारची कल्पना ठाम होती, त्याच वेळीं दुसऱ्या एका तत्त्ववेत्याच्या मनामध्यें तशाच प्रकारच्या कल्पनेचें बीज रुजूं लागलें होतें. हा तत्त्ववेत्ता सुप्रसिद्ध इंग्रज डॉ. एरास्मस डार्विन हा होय. वास्तविक डार्विन आपल्या हयातींत कवि म्हणूनच अत्यंत लोकप्रिय झालेला होता. 'वनस्पतींचा बाग' (बोटॅनिक गार्डन) या त्याच्या काव्यांतील ओळी मोठ्या कौतुकानें सर्वत्र म्हटल्या जात असत. पुढील पिढ्यांनीं मात्र त्याच्या पुस्तकांतील मुख्य जो काव्यविषयक भाग तो सर्व टाकाऊ ठरवून त्या पुस्तकांतील निराळ्याच भागाला कायमचें महत्त्व दिलें आहे. तो भाग म्हणजे त्या पुस्तकांत जागजागीं पानांच्या शेवटीं ज्या टीपा जोडल्या आहेत तो होय; कारण या टीपांमध्यें बहुतेक सर्व तत्कालीन शास्त्रीय कल्पना दिलेल्या आहेत.

डार्विनमध्यें उत्कृष्ट काव्यरचनेला लागणारें कौशल्य नव्हतें, हें जरी खरें असलें तरी त्याच्या अंगीं काव्यप्रतिभा व तिच्या जोडीला शास्त्रीय विषयाचें भरपूर ज्ञान होतें यांत साहसोक्ति बिलकुल नाहीं. या कविसहज अन्तर्दृष्टीच्या जोरावर दिसावयाला अत्यंत भिन्न दिसणारे शरीरावयव असणाऱ्या जीवांमध्यें असणारा परस्परसंबंध ओळखणें व अत्यंत हलक्या प्रतीच्या फुलामध्येंहि चैतन्यवैशिष्ट्य (व्हायटल पर्सनॅलिटी) आहे, ही गोष्ट त्याला ओळखतां आली; व म्हणूनच सृष्टपदार्थांमध्यें आत्यंतिक भिन्नता दर्शविणाऱ्या अशा मर्यादा कोठेंच नाहींत, असें त्याला वाटूं लागलें, तो स्वतःला असा प्रश्न करूं लागला, "एका जातीच्या जीवापासूनच दुसऱ्या जातीचा जीव निर्माण झाला, ही गोष्ट शक्य आहे काय? निरनिराळ्या जातींचे जीव हे सर्व मूळ एकाच पितृ जातीपासून पिढ्यानपिढ्या फरक होत होत उत्पन्न झाले असावे असें खरोखर वाटतें." ही मोहक कल्पना डार्विनच्या मनांत घोळत राहिली व तीच वृद्धिंगत होत गेली; आणि पुढें तिला ठाम सिद्धांताचें स्वरूप प्राप्त झालें आणि ती कल्पना सविस्तरपणें त्यानें आपल्या 'झूनोमिया' या नांवाच्या पुस्तकांत व मरणोत्तर प्रसिद्ध झालेल्या 'सृष्टीचें मंदिर' (टेंपल ऑफ नेचर) या काव्यामध्यें मांडलेली आहे. या काव्यांत विकाससिद्धान्ताची कल्पना चांगली स्पष्टपणें दिलेली आहे. परंतु कवीव्यतिरिक्त इतर कोणाचें समाधान होईल इतक्या योग्यतेचा पुरावा त्या वेळीं फारच अल्प पुढें आलेला होता; म्हणून १८०२ मध्यें एरास्मस डार्विन मरण पावला त्या वेळींहि निरनिराळ्या जीवजाती कशा उत्पन्न होत गेल्या, यासंबंधाची त्याची कल्पना खात्रीलायक पुराव्याच्या अभावीं स्वप्नवत स्थितींतच होती.

तथापि हें स्वप्न गोइटे व डार्विन या दोघांच्याच मनामध्यें घोळत होतें असें मात्र नाहीं. फार काय पण या दोघांच्याहि पूर्वी हीच कल्पना दुसऱ्याहि एका मोठ्या जर्मनांतील विद्वानाच्या म्हणजे खुद्द इमॅन्युअल कॅन्टच्याच डोक्यांत आलेली होती; तसेंच डी मेलेट, मॉपर्टिस, रॉबिनेट वगैरे कित्येक फ्रेंच विद्वान्, व कवीला शोभणारी कल्पनाशक्ति अंगीं असलेला सुप्रसिद्ध सृष्टिशास्त्रज्ञ बफन या सर्वांच्या मनांत वरील कल्पना उद्भूत झालेली होती. १८ व्या शतकाच्या मध्यानंतर लवकरच बफननें निरनिराळ्या जातींच्या उत्पत्तीबद्दलची स्वतःची वरील स्वरूपाची कल्पना जगापुढें मांडली होती, व तेव्हांपासून १७८८ मध्यें मरण पावेपर्यंत त्याच कल्पनेचें पुनः पुन्हां प्रसिद्धीकरण त्यानें चालू ठेविलें होतें. तथापि भिन्नभिन्न जातींच्या उत्पत्तीसंबंधाच्या या कल्पनेला शास्त्रीय सिद्धान्ताचें स्वरूप प्राप्त होण्याइतका अनुकूल काळ त्या वेळीं उत्पन्न झालेला नव्हता.

असें होतें तरी १८ व्या शतकाच्या पिढींतील लोकांच्या मनामध्यें ही कल्पना कमजास्त प्रमाणांत व ओबडधोबड स्वरूपांतच, पण विलक्षण रीतीनें पुष्कळ प्रसार पावलेली दिसूं लागली. पृथ्वीच्या पाठीवरील ज्या भूभागांचा पूर्वी शोध लागलेला नव्हता अशा भागांतून तावत्कालपर्यंत पूर्ण अज्ञात असलेल्या अशा अनेक जातींच्या प्राण्यांचे नमुने यां सुमारास पुष्कळ उपलब्ध झाले होते; आणि त्या सर्व जातींच्या प्राण्यांसंबंधानें जलप्रलयकालीं काय व्यवस्था झाली होती त्याची बरोबर उपपत्ति लावणें, हें तत्कालीन मोठमोठ्या शहाण्या लोकांनांहि मोठें कोडें होऊन बसलें होतें. नोव्हाच्या जहाजामध्यें ज्या प्राणिजाती वांचल्या त्याच मूळ जातीपासून त्यांच्यामध्यें फेरबदल होत होत अलीकडील सर्व निरनिराळ्या जाती उत्पन्न झालेल्या आहेत, असें या नव्या विकासकल्पनेला अनुसरून मानल्यानें वरील कोड्याचा बऱ्याच सुलभ रीतीनें उलगडा होण्यासारखा होता. असला

विकाससिद्धांत मान्य केल्यास त्याची व्याप्ति किती दूरवर पोहूं शकते, या प्रश्नाकडे त्या वेळीं कोणाचें फारसें लक्ष गेलें नाहीं; आणि अमेरिकेंतले प्राणी व पक्षी हे जुन्या जगांतल्या पशुपक्षयांच्या जातींपासून वंशपरंपरेनें फेरबदल होत होत तयार झालेले आहेत; म्हणजे उदाहरणार्थ, अमेरिकन चित्ता (जॅगर) हा जुन्या जगांतील चित्यापासून (लेपर्ड), आणि प्यूमा नांवाचा मांजराच्या जातीचा मांसभक्षक प्राणी सिंहापासून फरक होत होत तयार झालेला आहे, अशा तऱ्हेचें मत, जुन्या कल्पनेशीं अविरोधी असलेलीं नवीं मतें त्यांचें सूक्ष्म रीतीनें परीक्षण न करतां व त्यांचा संपूर्ण व्यापक अर्थ लक्षांत न घेतां ग्राह्य करण्याची मनःप्रवृत्ति असलेल्या लोकांमध्यें ग्राह्य होऊन बसलें.

त्याचप्रमाणें कित्येक लोक आनंदातिशयानें असेंहि प्रतिपादन करूं लागले कीं, उत्तरअमेरिकेचें वायव्य टोंक आशिया खंडाला अगदीं लागून आहे या गोष्टीचा शोध लागल्यामुळें पाश्चात्य जगांतील सर्व प्रकारचे प्राणी व वनस्पती कसे उत्पन्न झाले असावे या प्रश्नासंबंधाच्या सर्व अडचणी दूर झाल्या आहेत; कारण पौरस्त्य देशांतल्या प्राणी व वनस्पतींच्या जाती अमेरिकेंत वरील बाजूनें जाणें अगदीं सुलभ व संभवनीय असून तेथें गेल्यावर तेथील हवापाण्याच्या परिणामामुळें मूळ जातींत फरक झाले असले पाहिजेत हें उघड आहे. ज्या लोकांनीं वरील कल्पना पुढें मांडली त्यांनां स्वतःच्या विधानाचा खरा व्यापक अर्थ स्वप्नांतहि कळला नव्हता. वास्तविक पाहतां, वरील विधानांत विकास-सिद्धान्त संक्षेपरूपानें अन्तर्भूत झालेला आहे, आणि त्याचा एकंदर व्यापक अर्थ लक्षांत न आल्यामुळें हा सिद्धान्त लोकांनां अत्यन्त स्वाभाविक अतएव ग्राह्य वाटूं लागला. परंतु ज्या लोकांनीं त्याचा पुरस्कार चालविला होता त्यांच्या लक्षांत त्याचा खरा अर्थ आला असता तर भांबावून जाऊन ते त्याच्यापासून दूरच सरले असते. वास्तविक प्रकार येवढाच झाला कीं, बफनसारखा एखाददुसरा विद्वान् त्या विधानाची सूक्ष्म चिकित्सा करून वनस्पती व प्राणी यांच्या जात्यन्तराच्या बाबतींत त्याची मर्यादा किती व्यापक आहे तें ठरविण्याचा प्रयत्न करी आणि डार्विन किंवा गोइटे यांच्या सारख्या एखादुसऱ्या विद्वानाची अशी खात्री पटलेली होती कीं, या जात्यन्तराला कांहींच मर्यादा नाहीं.

लामार्क विरुद्ध कूव्हिए.—खुद्द डार्विन व गोइटे यांची या सिद्धान्ताविषयींची खात्री बेताबाताचीच होती; जात्यन्तरासंबंधाची कल्पना ही केवळ सहाय्यभूत असून निश्चित सिद्धान्त म्हणून पुढें मांडण्याइतका स्वरूपणा तिला प्राप्त झालेला नाहीं, असेंच त्यांचें मत होतें. मात्र या दोघांचा समकालीन असा तिसरा एक विद्वान होता, त्याला हा सिद्धान्त पटलेला होता व त्याचें पूर्ण स्वरूपाविष्करण करण्याचें त्याच्या मनानें घेतलें. हा विद्वान बफनचा मित्र व शिष्य जीन बॅप्टिस्ट डी लामार्क होय, कवि व तत्ववेत्ता या दोघांचेहि गुण त्याच्या अंगीं होते. या थोर फ्रेंच विद्वानाची सजीव सृष्टीच्या व्यापक क्षेत्रांतील विशिष्ट गोष्टींची माहितीहि फारच भरपूर होती. त्याच्या दीर्घायुष्यांतील पहिला अर्धा भाग मुख्यतः वनस्पतिशास्त्राच्या व्यासंगांत गेला होता. या शास्त्रांत त्यानें चांगला बहुमान मिळविला होता. नंतर १९ व्या शतकाच्या आरंभाला त्यानें प्राणिशास्त्राच्या अभ्यासास सुरुवात केली व त्यांतल्या क्षुद्र जीवजंतूंसंबंधानें विशेष बारकाईनें अध्ययन केलें. प्रत्यक्ष जिवंत असलेल्या प्राण्यांचा व पृथ्वीच्या पोटांतील थरांत सांपडणाऱ्या मृत जीवजंतूंचा त्याचा अभ्यास चालू असतां त्याची अशी खात्री होत गेली कीं, प्राणिकोटि ही सर्वत्र निरनिराळ्या दर्जाच्या जीवमात्रांनीं भरलेली आहे. भिन्नभिन्न जातींचा संबंध दर्शविणाऱ्या मध्यंतरींच्या प्राणिजाती असतात. आणि विशेष महत्त्वाची गोष्ट अशी कीं, पृथ्वीच्या पोटांतील जुन्याजुन्या थरांमध्यें हलक्या दर्जाचे प्राणीच विशेष सांपडतात. स्वतःच्या विषयावर सुव्यवस्थित लेख लिहिण्याचा त्याचा क्रम असल्यामुळें त्याला अनेक प्रकारच्या प्राण्यांचें वर्गीकरण करून सांगण्याचा सतत प्रसंग येत असे; तसा प्रयत्न करीत असतां प्राण्यांप्राण्यांमधील भिन्नपणा दर्शविणाऱ्या स्पष्ट मर्यादा दाखवून देणें त्याला अधिकाधिक अवघड जाऊं लागलें; तें इतकें कीं अखेर त्याच्या मनांत जो संशय फार दिवस घोळत होता त्याबद्दलच खात्री पटून त्याचें असें ठाम मत बनलें कीं, सृष्टीमध्यें प्राण्यांच्या जाती म्हणून म्हणतात तशा खरोखर नाहींतच; तर जाती (स्पीसीज) आहेत अशी मनुष्यांनीं स्वतःची खोटीच समजूत करून घेतलेली आहे. वास्तविक सृष्टीमध्यें निरनिराळ्या व्यक्ती (इंडिव्हिजुअल्स) आहेत एवढेंच म्हणतां येईल.

यांपैकीं कांहीं विशिष्ट प्रकारच्या व्यक्तींचें परस्परांशीं इतर कित्येक प्रकारच्या व्यक्तींपेक्षां अधिक साम्य असतें, ही गोष्ट खरी आहे; तथापि या साम्याचा अर्थ इतकाच कीं, या सदृश व्यक्तिसमूहांचे थोडक्या पिढ्यांपूर्वींचे पूर्वज एक होते, आणि विसदृश व्यक्तिसमूहांचे फार पिढ्यांपूर्वींचे पूर्वज एक होते. त्यामुळें विसदृश व्यक्तिसमूहांचे परस्परांबरोबरचें नातें दूरचें आहे एवढेंच समजावयाचें, असें एकंदर लामार्कचें मत होतें. परंतु या सर्व विसदृश व्यक्तींचीहि पूर्वपरंपरा आपण जर दूरवर शोधीत गेलों तर ते सर्व व्यक्तिसमूह मूळ एकाच पितृजातीपासून निघालेले आहेत असेंच आपणांस आढळून येईल. कोणत्याहि आकारविकाराचे जीव असले तरी ते सर्व मूळ एकाच प्रकारच्या जीवापासून पिढ्यानपिढ्या फरक होत होत तयार झालेले आहेत. तात्पर्य, कनिष्ठापासून उच्च दर्जापर्यंत सर्व प्राणी एकाच जातीचे, एकाच वंशांतले आहेत; एका मूळ वृक्षबीजापासून त्या वृक्षाच्या सर्व निरनिराळ्या अनेक शाखा व डहाळ्या उत्पन्न झालेल्या असतात तद्वतच ही गोष्ट आहे. केवळ वर्णनाच्या सोईकरतां झाडाचें मूळ, बुंधा, खांद्या, डहाळ्या, पानें वगैरे भेद ज्याप्र-

माणें आपण करतों, त्याप्रमाणेंच प्राण्यांचेहि निरनिराळ्या कोटी, वंश, जाती वगैरे भेद मानतां. परंतु दोन्हींहि बाबतींत हे सर्व भेद केवळ कृत्रिम व नियमरहित केलेले आहेत.

तत्त्वविवेचनात्मक प्राणिशास्त्र.—या स्वतःच्या ग्रंथांत (१८०९) लामार्कनें प्राणिकोटींतील जात्यन्तरासंबंधाच्या आपल्या कल्पना प्रथम उघडपणें व व्यवस्थितपणें पुढें मांडल्या. त्यापूर्वी १८०१ मध्येंच त्यानें त्यांच्यासंबंधाची सामान्य रूपरेषा प्रसिद्ध केली होती. उपर्युक्त ग्रंथांत त्यानें पूर्वीच्या कोणत्याहि विद्वानांपेक्षां अधिक उघडपणें व सविस्तरपणें या विषयासंबंधाचीं आपली ठाम मतें प्रसिद्ध केलीं होतीं इतकेंच नव्हे तर, डार्विनखेरीज इतर पूर्वीच्या कोणाहि विद्वानापुढें फार दूरवर मजल मारली होती. ती अशी कीं प्राणिकोटींतील जातिजातींमध्यें अंतर किंवा फरक कां व कसा पडत गेला त्याच्या कारणांची मीमांसा करण्याचाहि त्यानें प्रयत्न केला होता. त्यानें असें प्रतिपादन केलें होतें कीं, प्रत्येक जीव स्वतःच्या परिस्थितीमुळें उत्पन्न होणाऱ्या गरजा भागविण्याकरतां जी सतत धडपड करीत असतो त्यांतूनच आकृति–अवयय–भेद उत्पन्न होत असतात. सतत धडपड करणें म्हणजे कित्येक अवयवांचा सतत उपयोग करीत रहाणें होय. उदाहरणार्थ, समुद्रकिनाऱ्यानें फिरणारा जो पक्षी असेल त्याला भक्ष्याचा पाठलाग करण्याकरितां पाण्यांत अधिकाधिक खोल जाण्याची सतत इच्छा व आवश्यकता उत्पन्न होणार; व त्याकरितां सतत प्रयत्न करीत राहिल्यामुळें त्याच्या पायांची वाढ होण्याकडे प्रवृत्ति राहणारच; कारण ज्या अवयवाचा उपयोग करावा तो अधिकाधिक बळकट व मोठा होत जातो हें तत्त्व नेहमीं पाहण्यांत येतें. पुढें अशा प्रकारें किंचित् वाढ झालेले पाय अशा पक्ष्यांच्या पिल्लांमध्यें उत्पन्न होतात, आणि तीं पिल्लें मोठीं झाल्यावर पाण्यांत खोलखोल जाण्याचा पितरांप्रमाणेंच प्रयत्न करीत राहिल्यामुळें त्यांच्या पायांची वाढ अधिकाधिक होते व त्यांच्या द्वारें त्यांच्या पिल्लांत ती प्रवृत्ति उतरते. याप्रमाणें पिढ्यानपिढ्या पुनरावृत्ति होत होत शेवटीं या थोडथोड्या पण एकाच दिशेनें होणाऱ्या वाढीची गोळाबेरीज होऊन लांब पायांचा जलसंचारी पक्षी तयार होतो. अशाच रीतीनें व्यक्तिविषयक प्रयत्न आणि पूर्वजन्मप्राप्त प्रवृत्ति या दोन कारणांनीं सर्व प्रकारच्या प्राण्यांमधले निरनिराळ्या प्रकारचे अवयव तयार झालेले आहेत—माशाचे पंख, पक्ष्याचे पंख, माणसाचे हात; इतकेंच नव्हे तर मासे, पक्षी व माणसें या जीवजातीसुद्धां वरील कारणांनींच तयार झालेल्या आहेत. सर्व अवयव मिळून सावयवी जीव बनतो, तेव्हां जी गोष्ट व्यक्तिशः अवयवांनां लागू आहे तीच अवयवसमुच्चयाला म्हणजे सचेतन प्राण्याला लागू असली पाहिजे.

प्राण्यांमध्यें जात्यन्तर कसें होत जातें याबद्दल लामार्कनें वर जी कारणमीमांसा केली आहे, तीबद्दल कोणाचें कांहींहि मत पडो, —अशाच प्रकारची कारणमीमांसा एरास्मस डार्विननें पूर्वींच सुचविली होती— पण इतकें खरें कीं, ज्या विकासतत्त्वाच्या कल्पनेचा त्यानें पुरस्कार चालविला होता ती कल्पना अमेरिकेंतील प्राणी यूरोपांतील प्राण्यांचेच पण किंचित् स्वरूपान्तर झालेले व अवनति पावलेले वंशज होत या कल्पनेचेंच न्यायतः प्राप्त होणारें अधिक विस्तृत स्वरूप होय. परंतु सामान्य लोक सर्वसाधारणपणें कोणत्याहि मुख्य कल्पनेपासून न्यायतः निघणारीं सर्व अनुमानें ग्राह्य करण्यास फारसे तयार नसतात; आणि या प्रस्तुतच्या उदाहरणांत तर मूळ कल्पनेच्या संनिकृष्ट अर्थाशीं तिच्यापासून निघणारीं अनुमानें इतकीं पूर्णपणें विरोधी होतीं कीं, विचारवंत विद्वानांनींहि एकमतानें त्यांचा निषेध केला. यूरोपांतील प्राणिजातींपासूनच अमेरिकन प्राणिजाती उत्पन्न झालेल्या आहेत, तसेंच परिस्थितीमध्यें बदल झाल्यामुळें प्राण्यांच्या शरीररचनेंत थोडाफार फरक होऊं शकतो या कल्पना कित्येक लोक मोठ्या उत्सुकतेनें ग्राह्य मानीत असत. कारण तसें केल्यानें नोव्हाच्या जहाजामध्यें पृथ्वीच्या पाठीवर आज आढळणाऱ्या असंख्य जीवजाती सांठविल्या होत्या असें मानावें लागत नाहीं; परंतु नोव्हाच्या जहाजाविषयींच्या गोष्टींच्या सोयीकरतां जात्यंतराचें तत्त्व मान्य करणारे वरील प्रकारचे लोकच लामार्कनें पुढें मांडलेल्या जात्यन्तराच्या तत्त्वांतून उगम पावणाऱ्या व्यापक तत्त्वाला जोराचा विरोध करण्यास पुढें सरसावले.

शिवाय शास्त्रीय ज्ञानाच्या क्षेत्रांतील प्रमुख विद्वानहि लामार्कनें पुढें आणलेल्या उपपत्तीला तितक्याच जोराचा विरोध करण्यास सिद्ध झाले. अशा विद्वानांतला कूव्हिए हा प्रमुख होय. हा वास्तविक एके वेळीं लामार्कचाच शिष्य होता; पुढें तो त्याचा समव्यवसायी बनला; पण तोच लामार्कच्या जात्यन्तराच्या तत्त्वाचा कसून विरोध करण्यास सज्ज झाला. जगांत मूळपासूनच एकंदर ठराविक जाती चालत आलेल्या आहेत, एका जातींतून निराळी दुसरी जात कधींच होऊं शकत नाहीं असें प्रतिपादन त्यानें सुरू केलें. कूव्हिएची स्मरणशक्ति अत्यंत उत्कृष्ट होती व या असामान्य स्मरणशक्तीचा सर्व उपयोग त्यानें वरील विरोध करण्याच्या कामीं केला. कूव्हिएनें जी विरुद्ध बाजू उचलली होती तिच्या समर्थनार्थ त्यानें अखेरचा व प्रत्यक्ष पुरावा म्हणून प्राचीनकाळीं इजिप्तमध्यें चिरकाल टिकण्याकरितां मसाला भरून ठेविलेलीं इबिस नांवाच्या जलसंचारी सर्पभक्षक पक्ष्यांचीं मृत शरीरें घेऊन व त्यांची प्रस्तुत काळीं नाईल नदीच्या आसपास आढळणाऱ्या जिवंत इबिस पक्ष्यांशीं तुलना करून असें दाखविलें कीं त्यांच्या शरीररचनेमध्यें इतक्या हजारों वर्षांच्या कालानंतर सुद्धां यत्किंचितहि फरक पडलेला नव्हता.

इजिप्तमध्यें सांपडलेल्या पक्षी व प्राणी यांच्या शवांच्या साहाय्यानें त्यांच्या चिरस्थायी स्वरूपाबद्दलचें कूव्हिएनें आपलें जें म्हणणें पुढें मांडलें त्याला लामार्कनें असें उत्तर

दिलें कीं, कूव्हिएच्या पुराव्यावरून एवढेंच सिद्ध होतें कीं, इबिस हा प्राणी ऐतिहासिक दृष्ट्या पाहतां इजिप्त मधील परिस्थित्यनुरूप तितक्या त्या प्राचीन काळींहि पूर्ण बनलेला होता; आणि प्राचीन काळीं नाइल नदीच्या कांठची हवामान-विषयक परिस्थिति जशी होती तशीच आजाहि कायम आहे. कूव्हिएचा सिद्धान्त, परिस्थिति जशीच्या तशीच कायम असल्यास प्राणीजातींमध्यें फरक होऊं शकत नाहीं या नियमाला व परिस्थितींत फरक पडल्यास प्राण्यांच्या शरीररचनेंत फरक पडतो या नियमाला, दोघांनांहि सारखाच पोषक आहे. तथापि जनमत त्या वेळीं कूव्हिएच्या बाजूचें होतें, हें सांगावयास नकोच. लामार्कला त्या वेळचे लोक नास्तिक, नुसत्या कल्पनेच्या भराऱ्या मारणारा मानीत असत. पण लामार्कचा आपल्या सिद्धान्तावरील विश्वास यत्किंचित्‌हि ढळला नाहीं. प्राणिकोटीच्या सत्यस्वरूपाबद्दल आपणाला बरोबर ओळख पटली आहे असेंच त्याला वाटत असे; व म्हणून तो आपला सिद्धान्त पुनः पुन्हां लोकांपुढें मांडीत असे. १८१५ मध्यें लिहिलेल्या आपल्या ग्रंथाच्या (हिस्टरी नॅचरेल डेस ॲनिमॉक्स सॅन्स व्हर्टेब्रेस) प्रस्तावनेंत, व १८२० मधील (सिस्टिम डेस कॉनेसन्सेर पॉझिटिव्हज डी ला ' होम) या पुस्तकांत त्यानें आपलीं तत्त्वें प्रतिपादन केलीं. तो पुढें १८२९ पर्यंत जगला. लोक त्याला मोठा विद्वान् सृष्टिशास्त्रज्ञ म्हणून मान देत असत तथापि मोठा भविष्यवादी म्हणून मात्र त्याला कोणी मानीत नसे.

तात्पुरती प्रगति.—प्राणिकोटींतील जात्यन्तरासंबंधींची कल्पना पुढें मांडणारे त्या पिढींतले प्रमुख विद्वान म्हणून डार्विन, गोइटे व लामार्क या तिघांचींच नांवें कायमचीं प्रसिद्धि पावणार हें जरी खरें असलें, तरी या बाबतींत संशोधन करीत होते असे आणखीहि कित्येक विद्वान् आहेत. व त्यांच्याकडे पूर्ण दुर्लक्ष करणें योग्य होणार नाहीं. अशा विद्वानांतला अत्यंत लक्षांत घेण्यासारखा म्हणजे जर्मन सृष्टिशास्त्रज्ञ व ब्रेमेन येथील व्याख्यानशाळेमधला गणितशास्त्राचा अध्यापक गॉटफ्रेड रेनहोल्ड ट्रेव्हिरेनस हा होय. १८०२ च्या शेवटच्या महिन्यांत लामार्कनें आपल्या (रीसर्चेस सुर ला ऑर्गनिझेशन डेस कॉर्प्स व्हिव्हँटस) एका ग्रंथांत जात्यन्तराबद्दलचा सिद्धांत प्रथम पुढें मांडला. व त्याच महिन्यांत ट्रेव्हिरेनसनें आपल्या (बायॉलॉजी ओडेर फिलॉसफी डेर लेबेन्डेन नेटूर) ग्रंथाच्या पहिल्या भागांत याच जात्यन्तराच्या प्रश्नासंबंधींचीं आपलीं मतें प्रसिद्ध केलीं, हा एकंदरींत मजेदार योगायोग होय. तसेंच सचेतन सृष्टिसंबंधाच्या सामान्य शास्त्राला " जीवशास्त्र " (बॉयॉलॉजी) असा योग्य शब्द लामार्कनें आपल्या याच सुमारास लिहिलेल्या (हायड्रोजिऑलॉजी) पुस्तकांत अगदीं स्वतंत्रपणें सुचवावा, हा योगायोग विलक्षणच होय. अशा तऱ्हेच्या शब्दाची गरज निरनिराळ्या देशांतल्या स्वतंत्रपणें संशोधन करणाऱ्या अनेक विद्वानांनां एकाच वेळीं भासावी ही गोष्ट तत्कालीन शास्त्रीय विचारप्रवृत्ति कोणत्या दिशेनें चालू होती, हें उत्तम रीतीनें दर्शविते.

याच सुप्रसिद्ध वर्षी दुसरा एक तत्त्वज्ञानी व सृष्टिशास्त्रज्ञ, झूरिच युनिव्हर्सिटींतला अध्यापक लॉरेन्झ ओकेन यानें आपल्या (फिलॉसॉफी डेर नेटूर) ग्रंथाचा प्रास्तविक भाग प्रसिद्ध केला; व या भागाच्या पुढें आणखीहि आवृत्त्या निघाल्या. या प्रास्ताविक भागामध्यें त्यानें आपला प्राणिकोटीसंबंधाचा विकाससिद्धान्त व सहजोत्पत्तीचा (स्पॉंटेनिअस जनरेशन) सिद्धान्त सामान्य स्वरूपांत पुढें मांडला. या सर्व हकीगतीवरून असें दिसतें कीं, ही जात्यंतर व विकास यासंबंधाची कल्पना १९ व्या शतकाच्या पहिल्या दशकांत अनेक विद्वानांच्या मनांत एकसमयावच्छेदेंकरून उदय पावत होती. परंतु या विद्वानांनीं या कल्पनेचें अनेक रीतींनीं जें प्रकटीकरण केलें त्याचा परिणाम असा भलताच झाला कीं, विकाससिद्धान्ताच्या दिशेनें जो विचारांचा ओघ चालू होता तो एकदम बंद पडल्यासारखा झाला. कारण, परिस्थित्यनुरूप प्राणिमात्रांत फेरबदल होऊं शकतो, हें तत्त्व एकदां मान्य केल्यास त्यामुळें उघड न्यायानेंच आणखी कोणकोणत्या गोष्टी मान्य कराव्या लागणार त्याची कल्पना येतांच विकासतत्त्वाची कल्पना सोडून माघार घेण्यास एकदम जोराची सुरुवात झाली. त्यामुळें त्यानंतर सुमारें एक पिढी जाईपर्यंत कूव्हिएच बहुतेक पूर्णपणें सर्वश्रेष्ठ अधिकारी विद्वान् म्हणून गणला जात होता; व सदरहू बाबतींत त्यानें दिलेला निकाल कायमचा म्हणून मान्य होऊन बसला.

मात्र कूव्हिए आणि त्याचे मतानुयायी इतर लोक यांनां उघडपणें विरोध करण्याचें धाडस करणारा फ्रान्समध्यें एक वजनदार सृष्टिशास्त्रज्ञ पुढें आला. या विद्वानाचीं कूव्हिए-विरुद्ध असलेलीं मतें लोक ऐकून घेत असत; मात्र कूव्हिएचें अनुयायित्व सोडून याचीं मतें ग्रहण करण्यास कोणीहि तयार झाला नाहीं. या विद्वानाचें नांव एटीन जिऑफ्रॉय सेंट हिलेयर असें होतें. हाच ' फिलॉसॉफी अनाटॉमिक् ' या ग्रंथाचा विख्यात कर्ता होय. हा 'जार्डिन डेस प्लान्टस्' बगीचा या संस्थेमध्यें बरींच वर्षे लामार्कचा व्यवसायबंधु होता. गोइटेप्रमाणें जिऑफ्रॉय हाहि शारीरशास्त्रज्ञ म्हणूनच प्रामुख्यानें गणला जात असे, आणि त्या बड्या जर्मन विद्वानाप्रमाणेंच याच्याहि मनावर निरनिराळ्या जातींच्या प्राण्यांतील समजातीय अवयवांमध्यें दिसून येणाऱ्या स्वरूपसादृश्याचा परिणाम झाला होता. त्यामुळें प्रत्येक प्रकारच्या अवयवासंबंधानें संपूर्ण सावयव जीवकोटीमध्यें अगदीं तंतोतंत एकच प्रकारचा नमुना अस्तित्वांत असतो, अशी कल्पना त्याच्या मनानें घेतली. या कल्पनेमुळेंच हळू हळू त्याची अशी ठाम समजूत बनली कीं, अवयवांमध्यें रचनासादृश्य असतें. यावरून त्यांचें मूळ उत्पत्तिस्थानहि एकच असलें पाहिजे—किंवा थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे प्राणिकोटींतील एका जातीपासून दुसरी जात निर्माण झालेली असणें शक्य आहे.

प्राण्यांतील जात्यन्तराच्या कल्पनेचें लामार्कइतकें संपूर्ण आकलन जिऑफ्रॉयला झालेलें नव्हतें; आणि प्राणिकोटीसंबंधानें विकासतत्त्व मान्य केल्यास त्याची व्याप्ति किती दूरवर पोहोंचूं लागेल याचाहि त्यानें आपल्या मनाशीं निश्चय कधीं केला असल्याचें दिसत नाहीं. त्यानें आपल्या लेखांत कोठेंहि सर्व सावयवी प्राणी एकाच वंशांत उत्पन्न झालेले आहेत असें म्हटलेलें नाहीं; पण लामार्कनें तसें स्पष्ट सांगितलें आहे. तथापि विकासतत्त्व जितक्या स्वरूपांत त्याला पटलेलें व समजलेलें होतें तितकें, प्रत्यक्ष कूव्हिएलाहि विरोध करून, प्रतिपादन करण्यास त्यानें यत्किंचित्‌हि कसूर केली नाहीं. प्रत्यक्ष कूव्हिएबरोबर शास्त्रविद्यापीठ या संस्थेमध्यें १८३० सालीं त्याचा सुप्रसिद्ध असलेला वादविवाद झाला. या वादामुळें या प्रश्नासंबंधाची गोष्टेची आवड व उत्सुकता विलक्षण वाढली; पण इतर बहुतेक सर्वांचें मत, जिऑफ्रॉयचा या वादांत पूर्ण पराजय झाला व प्राणिकोटींतील अनंत जाती सनातन आहेत व त्या सर्व ईश्वरनिर्मित आहेत म्हणजे प्रत्येक जातीची उत्पत्ति स्वतंत्र असून प्रत्येक जात अविकारी स्थिर स्वरूपाची आहे ह्या सिद्धांताचा पुरस्कार करणारा विद्वान् कूव्हिए याचा जय झाला असें पडलें.

या निर्णयानें या प्रबल वादग्रस्त प्रश्नाचा निकाल लागल्यासारखा झाला, आणि तेव्हांपासून भरपूर पावशतकाइतक्या काळांत जात्यन्तराच्या सिद्धांताच्या बाजूचें असें फक्त एकच मत काय तें प्रसिद्ध झालें, व त्यानें लोकांचें कांहीं थोडेंसें लक्ष वेधिलें. तें मत प्रदर्शित करणारें एक लहानसें 'व्हेस्टिजेस ऑफ दी नॅचरल हिस्टरी ऑफ क्रिएशन' या नांवाचें पुस्तक निनांवीच १८४४ मध्यें इंग्लंडमध्यें प्रसिद्ध झालें. त्याच्या आवृत्त्याहि पुष्कळ निघाल्या; आणि त्याची निंदा व थट्टाहि बेसुमार झाली. या पुस्तकाचा कर्ता कोण त्याचा चाळीस वर्षें पत्ता नव्हता, पण रॉबर्ट चेम्बर्स हाच सुप्रसिद्ध लेखक व प्रकाशक याचा कर्ता होय ही गोष्ट आतां सर्वांनां मान्य झाली आहे. या पुस्तकांत विकासतत्त्वासंबंधाचा सामान्य सिद्धांत स्पष्ट व निःसंदिग्ध भाषेंत मांडलेला होता; व त्यांत प्रतिपादन केलेलें मत खुद्द लामार्कच्या मताइतकेंच व्यापक व सर्वथैव क्रांतिकारक असल्यामुळें तें पुस्तक नांवाजण्यासारखें झालें होतें. तथापि त्यांत विकासवादासंबंधानें नवें असें कांहीं नव्हतें, सर्व मागील विद्वानांचींच मतें पुढें मांडलीं होतीं; व शिवाय शास्त्रीय दृष्ट्या त्यांत अनेक दोष होते हें निराळेंच.

अशा प्रकारच्या या विचारसरणीवर साहजिकच पुष्कळ कडक टीका झाली; आणि त्यामुळें त्या काळीं प्रचलित असलेल्या मताच्या विरुद्ध मत लोकांच्या मनांत हळू हळू उदय पावूं लागलें. तथापि या पुस्तकाचा परिणाम यापेक्षां कांहीं अधिक झाला असें म्हणणें कठीण आहे. फार काय पण वर सांगितल्याइतका परिणाम झाला असेंहि कबूल करण्यास कित्येक टीकाकार तयार नाहींत. या पुस्तकाच्या प्रसिद्धीनंतर, पूर्वीप्रमाणेंच प्राणिकोटींतील जात्यन्तराची कल्पना विद्वान् व अविद्वान् दोन्ही प्रकारच्या लोकांच्या मनांतून कित्येक वर्षें विसरून गेल्यासारखीच झाली होती.

हें खरें आहे कीं, इकडेतिकडे एखाददुसरा कमिअधिक लौकिकास चढलेला शास्त्रज्ञ—उदाहरणार्थ, व्हानबुश, मेकेल आणि व्हॉन बेर हे जर्मनीमध्यें, बोरी सेंट व्हिन्सेंट--फ्रान्समध्यें, वेल्स, ग्रॅन्ट व मॅथ्यू हे इंग्लंडमध्यें आणि लीडी अमेरिकेमध्यें—यांनीं ईश्वर-निर्मित स्वतंत्र उत्पत्तीच्या व जातींचा अविकारीपणा या सिद्धांताच्या विरुद्ध मतें प्रदर्शित केलीं होतीं; परंतु हीं मतें अप्रसिद्ध अशा पुस्तकांतून बाहेर पडल्यामुळें त्यांच्याकडे कोणीं लक्ष दिलें नाहीं, किंवा त्यांची पर्वा केली नाहीं. आणि म्हणून १९ व्या शतकाच्या मध्यकाळांत जरी शास्त्रीय शोध निरनिराळ्या दिशांनीं लागत होते, तरी प्राण्यांतील जात्यन्तरासंबंधाच्या सिद्धान्ताला शास्त्रज्ञांमध्यें किंवा शास्त्रेतर विषयांतील विद्वानांमध्यें, पन्नास वर्षांपूर्वी जितकें महत्त्व दिलें जात होतें, तितकेंहि कोणी देत नव्हता. ईश्वरनिर्मित स्वतंत्र उत्पत्तिविषयक सिद्धांतच सर्वमान्य होऊन राहिला होता. निदान उघडपणें त्याला विरोध करणारा कोणीहि नव्हता.

डार्विन आणि जातींची उत्पत्ति.—तथापि या वेळींहि ईश्वरनिर्मित स्वतंत्र उत्पत्तिविषयक सिद्धांताची शाश्वती वाटते तितकी खरी नव्हती. जरी तो सिद्धान्त त्या वेळीं अजिंक्य असा वाटत होता तरी त्याची वास्तविक स्थिति अशी होती कीं, त्याच्या अभेद्य वाटणाऱ्या किल्ले-कोटाखालीं, पाहरेकऱ्यांनां समजूं न देतां, भुयारांत दारू भरून ठेवून धडाका उडवून देण्याची तयारी करून ठेविलेली होती. कारण याच्या पूर्वींच एका इंग्रज सृष्टिशास्त्रज्ञाच्या खासगी कार्यालयामध्यें एक हस्तलिखित ग्रंथ व एक टीपांचें पुडकें लिहून तयार होतें; आणि तें सर्व लिखाण प्रसिद्ध केल्यावर ईश्वर-निर्मित स्वतंत्र उत्पत्तिविषयक सिद्धांत पूर्णपणें ढांसळून टाकण्यास पुरेसें होतें. ज्या इंग्रज सृष्टिशास्त्रज्ञानें हें शास्त्रीय माहितीरूपी दारूचें भुयार तयार केलें होतें, तो झूनोमिया ग्रंथाच्या कर्त्याचा नातू, चार्लस रॉबर्ट डार्विन हा होय.

बऱ्याच वर्षांपूर्वी तारीख १ जुलै १८३७ पासून या तरुण डार्विननें आपल्या वयाच्या अठ्ठाविसाव्या वर्षींच एक खासगी नियतकालिक सुरू करून त्यांत जात्यन्तराच्या वादग्रस्त प्रश्नाशीं संबंध असणारी जी जी माहिती आढळेल ती नमूद करून ठेवण्याचें ठरविलें होतें. त्याच्याहि पूर्वी चार किंवा पांच वर्षें बीगल जहाजामधून ॲडमिरल फिट्झरॉयबरोबर सृष्टिशास्त्रज्ञ म्हणून डार्विननें जी सुप्रसिद्ध असलेली पृथ्वीप्रदक्षिणा केली त्या वेळीं त्याच्या प्रत्यक्ष पाहण्यांत ज्या गोष्टी आल्या त्यांमुळें प्राणिजातींच्या सनातनत्वाविषयींची त्याची श्रद्धा ढांसळण्यास प्रथम सुरुवात झाली होती. दक्षिण अमेरिकेमध्यें पांपिया नामक निर्वृक्ष प्रदेशांत डार्विनला हल्लीं अस्तित्वांत असलेल्या आर्माडिला नामक प्राण्यांसारखे

कवच असलल प्राणी जमिनीच्या थरांत आढळून आले, आणि त्या प्राचीन प्राण्यांमध्यें आणि त्या प्रदेशांत त्या वेळीं जिवंत असलेल्या प्राण्यांमध्यें असलेलें साम्य पाहून त्याला फार आश्चर्य वाटलें. तसेंच तो जसजसा दक्षिणेकडे जाऊं लागला तसतसा परस्परांशीं निकट साम्य असलेल्या प्राणिजाती एकामागून एक त्याला आढळून आल्या. आणि गॅलापेगॉस द्वीपसमूहामधील बहुतेक प्राण्यांमध्यें दक्षिण-अमेरिकेंतल्या प्राण्यांतलेच गुणधर्म आढळून आले, व त्याचा त्याच्या मनावर फार परिणाम झाला. शिवाय गॅलापेगॉस बेटांच्या समुदायापैकीं प्रत्येक बेटावरील प्राण्यांत थोडथोडाच फरक असल्याचें दिसून आलें व भूस्तरशास्त्रदृष्ट्या त्यांपैकीं कोणतेंच बेट फार प्राचीन असेलसें दिसत नव्हतें; या गोष्टींचा त्याच्या मनावर विशेष परिणाम झाला.

तथापि अवलोकनांत आलेल्या या सर्व गोष्टींचें महत्त्व पूर्णपणें प्रथम त्याच्या लक्षांत आलें नव्हतें; कारण, गॅलापेगॉस बेटांपैकीं एका बेटावर मुळींच प्राणी नव्हते; त्याचें कारण लायेलच्या भूस्तरशास्त्रविषयक कल्पनांनां अनुसरून त्यानें त्या वेळेपुरतें असें सांगितलें कीं, तें बेट निर्माण झाल्यापासून त्यावर कोणतीच प्राणिजाति बहुधा उत्पन्न झाली नसावी. परंतु पुढें हळूहळू त्याच्या हें लक्षांत आलें कीं, त्याला ज्या ज्या गोष्टी आढळल्या त्यांचा बरोबर उलगडा होण्यास प्राणिजातींत हळूहळू फेरबदल होतात असें मानण्याशिवाय गत्यन्तरच नाहीं. आणि तेव्हांपासूनच हा विषय त्याच्या मनांत सारखा घोळूं लागला व त्यामुळेंच त्यानें उपरिनिर्दिष्ट नियतकालिक सुरू केलें.

प्राणिजातींत फेरबदल होत जातात ही कल्पना डार्विनच्या डोक्यांत प्रत्यक्ष पाहिलेल्या गोष्टींवरून काढलेल्या अनुमानानें आली. केवळ इतरांचीं पुस्तकें वाचून आली नव्हती, हें वरील हकीगतीवरून दिसून येईल.त्यानें आपल्या आजाची पुस्तकें आरंभीं वाचलेलीं होतीं, परंतु 'झूनोमिया' व 'दी टेंपल ऑफ नेचर' या पुस्तकांतील विवेचनानें प्राणिजातींच्या सनातनत्वावरील त्याचा विश्वास यत्किंचित्‌हि कमी झालेला नव्हता. तसेंच त्याच्या आजाच्या मताप्रमाणें बहुतेक असलेला जो लामार्कचा सिद्धान्त त्याचाहि त्याच्या मनावर परिणाम झालेला नव्हता. परंतु दक्षिण अमेरिकेंतून अवलोकन करून आल्यानंतर त्याच्या विचारांनां एक निराळी दिशा लागली हें खरें. तथापि प्राणिजातींत फेरबदल होत असले पाहिजेत असें त्याला प्रथम वाटूं लागलें त्या वेळीं सुद्धां या उपपत्तीचें फारसें महत्त्व त्याला वाटत नव्हतें. म्हणून त्यानें प्रथम जेव्हां आपलें नियतकालिक सुरू केलें तेव्हां या किंवा इतर कोणत्याहि सदरहू सिद्धान्ताच्या उत्पादकांचीं मतें प्रतिपादन करण्याचा यत्किंचित्‌हि विचार त्याच्या मनांत नव्हता; किंवा त्याचा स्वतःचाहि या प्रश्नासंबंधाचा ठामसिद्धान्त ठरलेला नव्हता. तात्पर्य, त्या वेळीं त्याचें मन मोकळें व नवीं मतें बनविण्यास लायक अशा स्थितींत होतें. त्या वेळीं त्याची दृष्टि कोड्याप्रमाणें विकट वाटणारा सदरहू प्रश्न सोडविण्याकरतां साधनीभूत होणाऱ्या गोष्टींचा केवळ संग्रह करण्यास उत्सुक अशी होती. प्राणिजातींत फेरबदल होत असले पाहिजेत अशी त्याच्या मनाची बहुतेक खात्री झालेली होती; पण हे फरक कोणत्या कारणांनीं होत असावेत, हा प्रश्न त्याच्या पुढें होता.

अशा स्थितींत फार दिवस गेले नाहींत तोंच सदरहू प्रश्न सोडविण्याचें योग्य साधन त्याला सुचलें. साधनसामुग्रीसंबंधानें निवड करीत असतां त्याला लवकरच असें आढळून आलें कीं, या प्रश्नासंबंधानें निरीक्षण करण्यास अत्यंत सुलभ असें क्षेत्र म्हणजे माणसाळलेल्या प्राणिजातींचें होय. या प्राण्यांच्या एकेका जातीमध्यें अनेक तऱ्हेच्या पोटजाती आढळतात. उदाहरणार्थ, एका कुत्र्याच्या जातींतच मास्टिफ व टेरिअर असे अत्यन्त भिन्न प्रकारचे प्राणी तयार झालेले आढळतात. तसेंच घोडा या जातीमध्येंहि तट्टू, अस्सल पाणीदार घोडा, आणि ओझ्याचें मंद घोडें, असले भिन्न भिन्न रूपगुणयुक्त प्राणी असतात. तात्पर्य, माणसाळलेल्या प्राण्यांमध्यें अशी एकहि जात नाहीं कीं तिच्यामध्यें थोड्या फार भिन्न स्वरूपाच्या अनेक पोटजाती नाहींत. आतां प्रश्न असा कीं, अशा प्रकारच्या पोटजाती कशा तयार होऊं शकतात? याचें उत्तर उघडच असें आहे कीं, प्रथम दिसावयाला सहजोत्पन्न असे वाटणारे फरक उत्पन्न होतात आणि नंतर त्या विशिष्ट स्वरूपाच्या प्राण्यांपासून स्वतंत्र उत्पत्ति करवीत गेल्यास त्या विशिष्ट प्रकारची पोटजात कायमची बनते. उदाहरणार्थ, प्रथम सहजासहजीं आढळणारे चांगले पाणीदार घोडे निवडून घेऊन त्यांच्याकडून स्वतंत्र उत्पत्ति करवून शर्यती घोड्यांची स्वतंत्र जात एका घोडेवाल्याला तयार करतां येईल; तर दुसऱ्या घोडेवाल्याला लठ्ठ बळकट घोडीं निवडून त्यांच्यापासून भक्कम ओझें वाहणारी मंद अशी घोड्यांची जात निर्माण करतां येईल.

येथपर्यंत सांगितलें तें सर्व ठीक आहे; म्हणजे प्रथम यदृच्छया आढळणाऱ्या भिन्न स्वरूपाच्या प्राण्यांपासून स्वतंत्र उत्पत्ति करवून त्यांची कायमची निराळी पोटजात तयार करणें, या उपायानें मूळ पितृजातीहून भिन्न अशा पोटजाती तयार करतां येतील ही गोष्ट कबूल आहे. परंतु ही गोष्ट जेथें माणसाची देखरेख आणि उपाययोजना चालूं शकते तेवढ्या प्राण्यांच्या बाबतींतच कायम ती शक्य आहे. पण सृष्टीमध्यें मनुष्याचा यत्किंचित्‌हि संबंध न येतां नैसर्गिक अवस्थेंत जेथें व्यापार चालतात तेथें अशी निवडानिवड कोणत्या रीतीनें अमलांत येते? तेव्हां येथें मात्र हें मोठेंच कोडें उपस्थित होतें, आणि हें कोडें सुटल्याशिवाय या बाबतींत पुढें पाऊल टाकतां येणें शक्य नव्हतें.

हें कोडें सोडविण्याची किल्ली डार्विनला थॉमस रॉबर्ट माल्थसचा 'लोकसंख्या'. या विषयावरचा सुमारें अर्ध्या शतकापूर्वी प्रसिद्ध झालेला निबंध सहज वाचीत

असतां मिळाली. या निबंधांतील कल्पना कांहीं पूर्णपणें माल्थसच्या डोक्यांतून निघालेल्या नव्हत्या, तथापि त्यांत असें जोरानें प्रतिपादन केलें होतें कीं, प्राण्याची वाढ दर पिढीस भूमितिक प्रमाणांत होते आणि जर ती नियंत्रित झाली नाहीं तर त्या वाढीनें सर्व जग व्यापिलें जाईल. या विषयावर विचार करीत असतां डार्विनच्या नैसर्गिक क्रियांसंबंधीं विचारास नवीन दिशा मिळाली. त्यास असें दिसून आलें कीं, प्राणिकोटि किंवा वनस्पतिकोटि यां मध्यें एकसारखा जीवनार्थ कलह व परनाशार्थ खटपट चालू आहे; आणि पृथ्वी आपल्या जातीनें व्यापून टाकण्याची खटपट चाललेली आहे.

या कल्पनेचा पूर्ण विकास लक्षांत आला असतां दुसरा विचार सहजच सुचतो व तोच डार्विनला सुचला. तो विचार हा कीं, ज्या अर्थी प्रत्येक जीवाची वाढ होतच आहे तरी सर्वत्र जग व्यापलें गेलें नाहीं, तर प्रत्येक प्रकारच्या प्राण्याचे व वनस्पतीचे कांहीं प्रतिनिधी तेवढे दिसतात, इतर दिसत नाहींत, त्या अर्थी जगण्याच्या शर्यतींत कांहीं थोड्यांचीच जीवनार्थ व अपत्योत्पादनार्थ निवडणूक होत असावी. निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे जे प्राणी पूर्ण वाढ पावतात आणि संतति निर्माण करूं शकतात, तेच भोंवतालच्या परिस्थितीला तोंड देण्यास उत्तम प्रकारें लायक असतात असें म्हणावें लागतें. अशा प्राण्यांच्या संततीमध्यें त्यांच्या अंगांतील विशिष्ट गुणधर्म उतरत जात असले पाहिजेत. अशा रीतीनें हे गुणधर्म कायमचे होऊन प्राण्यांच्या विशिष्ट प्रकारच्या जाती बनतात व मनुष्य स्वप्रयत्नानें ज्याप्रमाणें माणसाळलेल्या प्राण्यांच्या निरनिराळ्या पोटजाती निर्माण करूं शकतो त्याचप्रमाणें सृष्टीमध्येंहि नैसर्गिक रीत्या निरनिराळ्या प्राणिजाती उत्पन्न होत असतात. येणेंप्रमाणें नैसर्गिक स्थितींत एकाहून दुसरा अत्यंत अल्प अंशानें तरी निराळा अशा प्रकारचे प्राणी असूं शकतात, (ही गोष्ट निर्विवाद सिद्ध आहे) आणि प्रत्येक प्राण्यांतला विशिष्ट फरक त्याच्या संततिमध्यें उतरतो हें मान्य केलें, तसेंच निरनिराळ्या प्राण्यांमध्यें जीवनार्थ कलह सतत चालू असतो व त्यामुळें एकंदर उत्पन्न होणाऱ्या प्राण्यांपैकीं प्रौढावस्थेप्रत पोहोंचणाऱ्या प्राण्यांचें प्रमाण थोडें असतें हें मान्य केलें, या एकंदर गोष्टी मान्य केल्या म्हणजे निरनिराळे फरक कायम टिकाऊ कसे होतात व त्यामुळें निरनिराळ्या प्राणिजाती कशा उत्पन्न होतात याबद्दल आपणांस पूर्ण खुलासा मिळतो, असें डार्विनचें म्हणणें पडलें.

याप्रमाणें डार्विननें मोठ्या चमत्कारिक रीतीनें आपल्या जात्युत्पत्तिविषयक सिद्धान्ताची कोणशीला १८३९ मध्यें बसविली. त्यानें आपल्या एकंदर सिद्धान्ताची रूपरेषा येणेंप्रमाणें पुढें मांडली. 'नैसर्गिक रीत्या निवड होऊन अत्यंत लायक असे प्राणीच जिवंत राहतात.' अशा शब्दांत डार्विनच्या एतद्विषयक कल्पना आतां लोकांच्या परिचयाच्या होऊन बसल्या आहेत. एवढा महत्वाचा शोध लागल्यानंतर एखादा सामान्य मनुष्य असता तर तो तावडतोब रस्त्यांतून "शोध लागला!" ('युरेका'), असें मोठ्यानें ओरडून लोकांनां सांगत धांवत सुटला असता. परंतु डार्विननें कांहींएक केलें नाहीं. त्यानें आपल्या ह्या सिद्धांताचे हस्तलिखित कागद पेटींत मुकाट्यानें ठेवून दिले आणि आपल्या सिद्धान्ताला पोषक असा आणखी प्रत्यक्ष पुरावा गोळा करण्याचा क्रम तसाच पुढें चालू ठेविला. १८४४ मध्यें त्यानें तोंपावेतों जमविलेल्या एकंदर पुरावेवजा गोष्टी एकत्र करून एक सूत्रमय पुस्तक लिहून तयार केलें. त्या पुस्तकाची हस्तलिखित प्रत त्यानें आपला मित्र हूकर यास दाखविली, आणि कदाचित् दैवयोगानें अकस्मात् मरण आल्यास तें लिखाण आपल्या पश्चात् पुस्तकरूपानें छापून प्रसिद्ध व्हावें अशीहि सर्व योजना करून ठेविली. इतकी सर्व व्यवस्था करून पुन्हां त्यानें तें सर्व लिखाण आपल्या टेबलांत तसेंच प्रसिद्ध न करतां ठेवून दिलें; आणि आणखी माहिती गोळा करण्याचें काम पुढें चालू केलें. भरून ठेवलेला दारुगोळा म्हणून वर नुकताच ज्याचा उल्लेख केला आहे तो हाच होय.

यानंतर आणखी बारा वर्षें गेलीं; या वर्षांत त्यानें आणखी अवाढव्य माहिती गोळा केली, स्वतःच्या मनांत या सिद्धान्ताविषयीं आलेल्या पुष्कळशा शंकांचें निरसन केलें आणि अशा रीतीनें आपल्या सिद्धान्ताला पुष्कळच अधिक बळकटी आणली. या एकंदर काळांत अशा प्रकारचे परिश्रम करीत असलेला डार्विन स्वतः शरीरप्रकृतीनें बहुतेक आजारी स्थितींतच होता. आजारी व अस्वस्थ स्थिति नाहीं असा बहुधा त्याला एकहि दिवस लाभला नाहीं. शरीरांत काम करण्याची ताकद येण्याकरितां त्याला मुद्दाम उपाय करावे लागत असत; व इतकें करूनहि त्याला तास दीड तासाहून अधिक वेळ एकसारखें काम करीत बसणें कधींच शक्य झालें नाहीं. पण असें असूनहि, बळकट शरीरप्रकृतीच्या अर्धा डझन माणसांनां जास्तींत जास्त काम करतां आलें असतें इतकें काम त्यानें एकट्यानें केलें. हे त्यानें चालविलेले परिश्रम तत्कालीन सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञांपैकीं त्याच्या दोघां मित्रांनां माहीत होते; त्यांपैकीं एक वनस्पतिशास्त्रज्ञ सर जोसेफ हूकर हा होय; व दुसरा भुस्तरशास्त्रज्ञ सर चार्लस लायेल हा होय. हूकर स्वतः हळू हळू डार्विनचीं मतें मान्य करण्यास अर्धा अधिक तयार झालाच होता, लायेलचीं मतें मात्र त्या संबंधानें साशंक स्थितींत होतीं; तथापि दुसऱ्याच कोणी सदरहू सिद्धान्त डार्विनच्या अगोदर प्रसिद्ध करून आघाडी मारूं नये म्हणून लायेलनें डार्विनला स्वतःचा सिद्धान्त प्रसिद्ध करण्याबद्दल आग्रह चालविला. त्यामुळें अखेर या धिम्या संशोधकानें मित्रांच्या सूचनेस मान देण्याचें ठरविलें. आणि १८५६ मध्यें एकंदर तावत्कालपर्यंत जमविलेल्या सर्व पुरावेवजा गोष्टींच्या आधारानें आपला सिद्धान्त जरा अधिक विस्तृत प्रमाणावर लिहून काढण्यास सुरुवात केली.

या वेळीं एक मोठी चमत्कारिक गोष्ट घडली. डार्विननें आपलें पुस्तक लिहिण्यास सुरुवात केल्याला सुमारें दोन वर्षे झालीं होतीं, परंतु त्यापैकीं एक ओळहि अद्याप प्रसिद्ध झाली नव्हती. अशा स्थितींत एके दिवशीं त्याच्या एका सृष्टिशास्त्रज्ञ मित्राकडून त्याच्याकडे एक हस्तलिखित कागदांचें पुडकें आलें. हें पुडकें पाठविणाऱ्या मित्राचें नांव आल्फ्रेड रसेल वालेस होय. तो पूर्वद्वीपसमूहा (ईस्ट इंडिया आर्चिपेलागो) मध्यें कित्येक दिवस संशोधनाचें काम करीत होता. वालेसनें पाठविलेला सदरहू निबंध डार्विननें वाचतांच तो विस्मयचकित झाला; कारण त्या निबंधांत, " नैसर्गिक निवड " या संबंधाचा जो सिद्धांत त्यानें प्रथम शोधून काढून त्यावर सतत वीस वर्षे परिश्रम चालविले होते, त्याच सिद्धान्ताची रूपरेषा सांगितलेली होती. येणेंप्रमाणें भूपृष्ठावरील दोन परस्परविरुद्ध बाजूला असलेल्या स्थळीं राहून अगदीं स्वतंत्रपणें संशोधन करीत असलेल्या वालेस व डार्विन या दोघां शास्त्रज्ञांनीं जात्यंतराच्या प्रश्नासंबंधानें एकाच प्रकारची कारणमीमांसा शोधून काढली. डार्विन म्हणतो, "वालेसचा निबंध म्हणजेच माझ्या अप्रकाशित हस्तलेखावरून तयार केलेलें पुस्तक, अशी स्थिति असती तरी त्यांत यापेक्षां अधिक चांगल्या रीतीनें माझ्या कल्पना उतरल्या नसत्या. "

पण यामुळें डार्विनपुढें मोठाच पेंचाचा प्रश्न आला. वालेसनें पाठविलेला हा निबंध डार्विननें, स्वतः लावलेल्या शोधासंबंधानें अवाक्षरहि न काढतां प्रसिद्ध केला असता तर हा शोध प्रथम लावण्याचा मान वालेसला मिळाला असता, व आपला सहसंशोधक वालेस सदरहू संशोधनक्षेत्रामध्यें शिरण्यापूर्वीच कित्येक वर्षे स्वतः तत्संबंधाचा शोध लावलेला असूनहि त्या शोधाविषयींचें सर्व श्रेय दुसऱ्याकडे गेलें असतें. उलटपक्षीं, आपल्या मित्रानें पाठविलेला निबंध प्रसिद्ध करून स्वतः स्वस्थ बसणें याशिवाय दुसरा एखादा मार्ग प्रामाणिकपणानें व सभ्यपणानें अनुसरतां येण्यासारखा होता काय? अशा बिकट पेंचांतून मार्ग काढणें हें काम माणसाच्या अन्तःकरणाची पुरी कसोटी पाहणारें होतें. आणि समाधानाची गोष्ट ही आहे कीं, डार्विन या कसोटीला पूर्णपणें उतरला. स्वतःवरील प्रसंगाच्या नाजुकपणाची पूर्ण जाणीव असल्यामुळें त्यानें हें सर्व प्रकरण आपले मित्र हूकर व लायेल यांच्यापुढें ठेविलें व त्यांतून मार्ग काढण्याचें काम सर्वस्वीं त्यांच्यावर सोंपविलें. या थोर सद्गृहस्थांनीं उभयपक्षांनां पूर्णपणें न्याय्य व योग्य होईल असाच मार्ग शोधून काढला. त्यांनीं दोघांचे निबंध एकदम एकत्र प्रसिद्ध करावे असा सल्ला दिला. त्यांत एका बाजूला वालेसचा निबंध, व दुसऱ्या बाजूला डार्विननें एक वर्षापूर्वी ॲसा ग्रेला लिहिलेल्या पत्रांत आपल्या सिद्धान्तासंबंधानें जो संक्षिप्त मजकूर लिहीलेला होता तो जशाचा तसाच—हा मजकूर वालेसनें आपला निबंध लिहून तयार करण्यापूर्वीच ॲसा ग्रेच्या हातीं पडलेला होता—प्रसिद्ध करावा, असें ठरलें. हे दोन्ही निबंध व त्याबरोबर या एकंदर प्रकरणाची साद्यंत लेखी हकीकत हूकर व लायेल यांनीं लंडन येथील लिनीयन सोसायटीपुढें १ जुलै १८५८ रोजीं मांडली. त्यांत विलक्षण योगायोग असा आला कीं, डार्विननें ' जीवजातीसंबंधाच्या प्रश्नाशीं संबंध असलेल्या गोष्टी एकत्र करून प्रसिद्ध करण्याकरितां जें नियतकालिक सुरू केलें होतें त्याचा एकविसावा वर्षारंभदिन त्याच दिवशीं आला होता. एखादा मोठा शास्त्रीय सिद्धांत प्रसिद्धपणें जगापुढें मांडला जाऊन सर्वांनां ज्ञात होण्यापूर्वी तो तदुत्पादकाच्या डोक्यांत उत्पन्न होऊन वाढतां वाढतां पूर्णत्वास पोहोंचे तों पर्यंत अप्रसिद्ध स्थितींत पोसला गेल्याचीं डार्विनच्या सदरहू सिद्धांतासारखीं उदाहरणें शास्त्रीय ज्ञानाच्या इतिहासांत फारशीं दिसून येत नाहींत.

येणेंप्रमाणें दारुगोळ्याप्रमाणें भरून ठेविलेल्या साधनसामुग्रीला वत्ती लावण्यांत आली. तथापि त्याचा धडाका आणखी एक वर्षानंतर १८५९ च्या नवंबर महिन्यांत उडाला. हा एवढा आणखी तेरा महिन्यांचा काल डार्विनला आपला एकंदर सिद्धांत पूर्णपणें लिहून काढण्याकरितां लागला. डार्विननें आपले स्वतःचे विचार संक्षिप्त रीतीनें मांडण्याचे प्रयत्न केले तरी त्या एकंदर निबंधाला मोठ्या स्वतंत्र ग्रंथाचें स्वरूप प्राप्त झालें. त्याला चिरकाल प्रसिद्ध राहणारें पुढील नांव देण्यांत आलें; 'नैसर्गिक निवडीच्या साहाय्यानें होणारी जीवजातींची उत्पत्ति' उर्फ 'जीवनकलहामध्यें अनुगृहीत जातींचें होत असलेलें संरक्षण.' या ग्रंथाच्या प्रसिद्धीनें उडवून दिलेला धडाका काय विलक्षण होता! प्रथम १८५८ मध्यें जोड निबंध वाचला गेला त्यानें क्षणिक चमक उत्पन्न केली व हूकर म्हणतो त्याप्रमाणें श्रोते ' चकित होऊन तत्संबंधीं बोलूं लागले; पण त्यापेक्षां अधिक कांहीं एक परिणाम झाला नव्हता. परंतु वरील नामाभिधान धारण करून डार्विनचा स्वतंत्र ग्रंथ जेव्हां प्रसिद्ध झाला तेव्हां काय परिणाम घडून आला त्याची यथातथ्य कल्पना त्या पिढींतल्याखेरीज पुढील काळांतल्या इतर लोकांनां करून देणें कठिण आहे. तथापि त्यानंतर आज साठसत्तर वर्षांनींहि त्या वेळीं त्या पुस्तकानें बौद्धिक जगांत उडवून दिलेल्या खळबळीचा प्रतिध्वनि पूर्णपणें नष्ट झालेला नाहीं, ही गोष्ट आपल्या प्रत्ययास येतच आहे.

नवे पुरस्कर्ते.—जीवजातींची उत्पत्ति (ऑरिजिन ऑफ स्पीसीज) हा ग्रंथ व त्याचा कर्ता चार्लस डार्विन यांनांच १८५९ च्या सुमारास मानवजातीच्या महत्त्वाच्या परंपरागत मतांमध्यें झालेली विलक्षण क्रांति व तिनें १९ व्या शतकांतील उत्तरार्धाला प्राप्त करून दिलेलें चिरकालीन महत्त्व, याबद्दलचें सर्व श्रेय आहे. तथापि, 'उत्पत्ति' हा ग्रंथ प्रसिद्ध होतांच सदरहू सिद्धांताचा पुढारी जो डार्विन त्याच्या निशाणाभोंवती दुसरे कित्येक नेते शास्त्रज्ञ जमा होऊन त्यांनीं सदरहू सिद्धांताचा पुरस्कार करण्याचें काम केलें नसतें तर मानवी विचारांत अकस्मात घडून आलें इतकें मन्वन्तर

घडून आलें नसतें, या गोष्टीकडे दुर्लक्ष करतां कामा नये. आपल्या मतांचा अखेर विजय खास होणार अशी पूर्ण खात्री प्रथमपासूनच डार्विनला वाटत होती. हूकरला लिहिलेल्या एका पत्रांत त्यानें पुढील उद्गार काढलेले आहेतः " प्रस्तरीभूत कवचांच्या (फॉसिल शेल्स)उत्पत्तीसंबंधाच्या प्रचलित मतांसंबंधानें आज आपणास जितकें आश्चर्य वाटत आहे तितकेंच आपल्या भावी पिढ्यांतील मंडळींनां (ईश्वरनिर्मित स्वतंत्र उत्पत्तीसंबंधाच्या) प्रचलित मतासंबंधानें वाटेल" अशी त्याचीं पक्की खात्री होती. तरी स्वतःच्या जात्यन्तरोत्पत्तिसंबंधाचा सिद्धान्त तात्काल प्रस्थापित होण्यास तत्कालीन अशा कित्येक प्रमुख शास्त्रज्ञांनीं त्याचा पुरस्कार करण्याचें काम हातीं घेणें अत्यंत जरूर आहे ही गोष्ट त्याला पूर्णपणें पटली होती. हूकर, लायेल व थॉमस हेनरी हक्सले यांनां जर आपलीं मतें ग्रहण करण्यास प्रवृत्त करतां आलें तर पुढील यशःप्राप्तीचें काम फार सुलभ जाईल ही जाणीव डार्विनला आली.

उपर्युक्त शास्त्रज्ञांस आपला सिद्धांत पटवून देण्याच्या कामांतहि डार्विनला, इतर अनेक बाबतींतल्याप्रमाणें, कल्पनातीत यश आलें. डार्विनचा ग्रंथ प्रसिद्ध होण्यापूर्वीच त्याचीं मुद्रितें वाचावयास मिळालीं तेव्हांपासून हूकर डार्विनचा पट्टशिष्य बनला; ग्रंथप्रसिद्धीनंतर थोडक्याच महिन्यांच्या अवधींत लायेलनें आपल्या पूर्वीच्या मतांचा त्याग करून डार्विनच्या मतांचा जाहीरपणें अंगीकार केला; आणि हक्सलेनें तर नैसर्गिक निवडीसंबंधाची मुख्य कल्पना नीट लक्षांत येतांच इतकी साधी, इतकी अत्यंत महत्त्वाची कल्पना स्वतःस कशी सुचली नाहीं याचें आश्चर्य प्रकट करून तत्संबंधीं उद्भवलेल्या वाग्युद्धांत मोठ्या आतुरतेनें उडी घातली; आणि या प्रश्नासंबंधाचा एकंदर रणसंग्राम अत्यंत तीक्ष्ण अशा स्वतःच्या अंगच्या विवादकौशल्यरूपी खड्गानें अखेरपर्यंत चालविला. यानंतर दुसरे अनेक पुरस्कर्ते शास्त्रज्ञ अनपेक्षित रीतीनें डार्विनच्या पक्षास येऊन मिळाले. सर जॉन लबॉक व जॉन टिंडाल हे अशांपैकीं असून त्यांनीं आपापल्या रणक्षेत्रांत सदरहू संग्राम जोरानें चालू ठेविला. आणि डार्विननें जीवजातींच्या उत्पत्तीसंबंधाचें कोडें सोडविण्याची गुरुकिल्ली प्रसिद्ध करण्यापूर्वींच ज्यानें जात्यन्तरासंबंधाचा सिद्धांत तात्विक विवेचनाच्या आधारावर पुढें मांडण्यास सुरुवात केली होती व सदरहू गुरुकिल्लीचा उपयोग करून स्वतः स्वतंत्रपणें शोध लावण्याची संधि थोडक्यांत गमावली अशा हर्बर्ट स्पेन्सर या विद्वानानेंहि डार्विनच्या कार्यास आपलें सर्व बुद्धिसामर्थ्य व वजन लावलें. अमेरिकेंत ॲसा ग्रे या सुप्रसिध्द वनस्पतिशास्त्रज्ञानें डार्विनच्या सिद्धांताचा प्रसार जोरानें सुरू केला. या शास्त्रज्ञाचा डार्विनबरोबर पत्रव्यवहार पुष्कळ दिवस चालू होता, तथापि तो डार्विनच्या मताचा इतका पुरस्कार करूं लागेल अशी कोणाला अगोदर कल्पना नव्हती. जर्मनीमध्यें तरुण पण बराच प्रसिद्धीस आलेला प्राणिशास्त्रज्ञ अर्न्स्ट हीनरिच हेकेल यानें सदरहू लढाई तितक्याच निकरानें चालू केली.

सदरहू सिद्धान्ताच्या या थोडक्या पण कट्टया पुरस्कर्त्यां विद्वानांविरुद्ध-यांच्या बाजूला इकडे तिकडे साधारण प्रतीचा एखाददुसरा विद्वानहि मिळत असे—प्रथम वास्तविक पाहतां सर्वच्या सर्व ख्रिस्त संप्रदायी जग उठलें होतें असें म्हटलें पाहिजे. स्वतंत्रपणें विचार करण्याची थोडीफार बुद्धि ज्याला ज्याला म्हणून होती अशा प्रत्येक इसमाला-मग त्याचा धंदा कोणताहि असो-सदरहू प्रश्नाचें महत्त्व अन्तःकरणांत पटल्यावांचून राहिलें नाहीं; इतकेंच नव्हे तर, या नैसर्गिक निवडीसंबंधाच्या सिद्धांताची वास्तविक व्याप्ति किती विस्तृत आहे याची प्रत्येकाला जसजशी अधिक स्पष्ट कल्पना होत गेली तसतसें सदरहू प्रश्नाचें महत्त्व त्याच्या हृदयांत अधिकाधिक खोल जाऊं लागलें. आणि लवकरच असें दिसून येऊं लागलें कीं, जीवनकलहामध्यें टिकाव धरण्यास ज्या प्राणिजाती अधिक लायक त्यांनांच चिरकाल टिकण्याचा मान मिळतो, हा सिद्धान्त जर प्रस्थापित झाला तर स्वतःच्या योग्यतेसंबंधानें मानवजातीचें जें चालत आलेलें मत आहे त्यामध्यें इतकी आमूलाग्र क्रांति घडून येणार आहे कीं, तिच्या तोडीचें दुसरें उदाहरण, कोपर्निकस व गॅलिलीओ यांच्या परिश्रमांनीं पृथ्वी जगाच्या मध्यभागीं आहे हें खोटें ठरल्यामुळें उडालेल्या क्रांतीचें आहे. मानवजातींतील बहुसंख्याक लोक सामान्यतः पुराणमताभिमानी असल्यामुळें ही सर्व मंडळी या विचारक्रान्तीचें स्वरूप लक्षांत येतांच भीतीनें गांगरून जाऊन मागें सरूं लागली; आणि अशा या पुराणमताभिमानी लोकांमध्यें सर्व केवळ सामान्य जनताच होती असें नव्हे तर त्यांत शास्त्रज्ञ लोकांपैकीं बराच मोठा वर्ग सामील झालेला होता.

उलटपक्षीं, मोकळ्या मनाची जी अल्पसंख्याक मंडळी होती, अशांमध्यें या नैसर्गिक निवडीसंबंधाच्या सिद्धान्ताला अत्यंत झपाट्यानें मान्यता मिळत गेली. या सिद्धान्तांत असलेला आश्चर्यकारक साधेपणा—ज्याच्यामुळें हा सिद्धान्त नवा आहे किंवा मोठा महत्त्वाचा आहे असेंहि कोणास प्रथमतः वाटत नसे—आणि त्याबरोबरच त्यांतला अत्यंत कौतुकास्पद असा व्यापक गर्भित अर्थ, यामुळें हा सिद्धान्त प्रत्येकाच्या मनाला आकर्षक वाटे, आणि जात्यन्तरासंबंधानें पुढें आलेले इतर सिद्धान्त ज्यांनीं तिरस्कारपूर्वक अगदीं त्याज्य ठरविले होते असे लोकहि सदरहू सिद्धान्त तत्परतेनें ऐकून घेत असत. ज्या लोकांनां, मुद्दाम जाणूनबुजून केलेल्या प्रयत्नामुळें फरक होत जाऊन भिन्न भिन्न जीवजाती उत्पन्न होतात, ही लामार्कची कल्पना हास्यास्पद वाटत असे, आणि अवशिष्ट खुणांसंबंधाचें त्याचें बोलणें निरर्थक व तिरस्करणीय वाटत असे, तसेंच ज्या लोकांनां हर्बर्ट स्पेन्सरनें सोपपत्तिक रीत्या काढलेलीं अनुमानेंहि प्रत्यक्षसिद्ध शास्त्रीयज्ञानाच्या निरतिशय प्रेमामुळें अग्राह्य वाटत असत, अशा लोकांच्या मनावरहि नैसर्गिकनिवडीसंबंधाच्या सदरहू प्रत्यक्षावगम्य सर्वतोपलब्ध तत्त्वानें

तावडतोब पगडा बसविला; आणि हळूहळू त्यांनां तें तत्त्व सर्वतोपरी मान्य होऊं लागलें. त्या वेळीं तासातासाला विचारवंत जनतेची सदरहू नव्या तत्त्वासंबंधाची मनोवृत्ति बदलत जात होती; आणि खरोखरच इतकी विलक्षण विचारक्रान्ति इतक्या अल्पावधीमध्यें घडून आल्याचें उदाहरण शास्त्रीय ज्ञानाच्या मागील इतिहासांत कोठेंहि आढळत नाहीं.

आणि हें सर्व, 'काल अनुकूल होता' किंवा 'लोकांचीं मनें विकाससिद्धान्त ग्रहण करण्यास तयार झालेलींच होतीं,' त्यामुळें घडून आलें असें मात्र नाहीं. अशी वस्तुस्थिति नव्हती याबद्दल प्रत्यक्ष डार्विनचीच साक्ष आहे. सदरहू उपपत्तीसंबंधानें जीं अनेक वर्षें डार्विनच्या मनांत विचार घोळत होता त्या सर्व काळांत तो स्वतः आपल्या शास्त्रज्ञ मित्रांच्या मतांचा अंदाज नेहमीं काढीतच असे; त्यांत जात्यन्तराचा सिद्धान्त ज्याला मान्य झालेला होता असा एकहि शास्त्रज्ञ त्याला आढळला नव्हता. लामार्क, एरास्मस डार्विन व गोइटे यांनीं प्रदर्शित केलेल्या विकासविषयक मतांविरुद्ध लोकमत अगदीं पूर्णपणें तयार झालेलें होतें; आणि चार्लस डार्विन जेव्हां जेव्हां आपलें एतद्विषयक ठाम मत प्रतिपादन करण्यास पुढें येई तेव्हां श्रोत्यांकडून उपहास किंवा तिरस्कार व्यक्त होण्याचीच त्याला खात्री वाटे.

१८५७ मध्यें जात्यन्तराच्या सिद्धान्तावरचा स्वतःचा विश्वास जो उघडपणें बोलून दाखवीत असे असा चांगला वजनदार विद्वान् काय तो एकच होता. तो विद्वान् हर्बर्ट स्पेन्सर हा होय. परंतु जीवजातींची उत्पत्ति या पुस्तकानें मात्र, हक्सले म्हणतो त्याप्रमाणें या प्रश्नासंबंधानें सर्वत्र पसरलेल्या अज्ञानांधःकारावर एकदम वीज चमकल्याप्रमाणें प्रकाश पाडला; व अज्ञानरूपी रात्रीच्या अंधःकारांत चांचपडत असलेल्या प्रवाशांनां मार्ग दाखवून दिला. या ग्रंथाच्या कर्त्यांनें जीं एकदर वीस वर्षें धीमेपणानें संशोधनाचें काम करण्यांत घालविलीं तीं फार उपयुक्त ठरलीं. त्या काळांत डार्विननें स्वतःच म्हटल्याप्रमाणें, तो 'अत्यंत उपयुक्त अशा पुरावेवजा गोष्टींचें अपरंपार भरलेलें' भांडारच होऊन बसला. या भांडारांत प्राणिविषयक माहिती, मुद्दाम निवड करून कृत्रिम उपायांनीं करविलेल्या अपत्योत्पत्तीसंबंधाची माहिती, भूपृष्ठावर निरनिराळ्या ठिकाणीं सांपडणाऱ्या निरनिराळ्या प्राण्यांसंबंधाची माहिती, पिंडवृद्धिशास्त्रांतर्गत माहिती, प्राचीन प्राणिशास्त्रविषयक माहिती वगैरे विविध प्रकारची विपुल माहिती भरलेली होती. त्यानें तींतून आपल्या सिद्धान्ताला पोषक अशी सर्व माहिती एकत्र करून ती अधिक संक्षिप्त रीतीनें लिहून काढली व येणेंप्रमाणें तयार केलेला आपला पांचशें पानांचा ग्रंथ म्हणजे एक स्वतंत्र ज्ञानकोशच बनविला. आपल्या मुख्य सिद्धान्तावर विचार करण्यांत घालविलेल्या या एकंदर अनेक वर्षांच्या कालांत डार्विननें स्वतःच्या सिद्धान्ताविरुद्ध सुचतील तेवढे सर्व आक्षेप लक्षांत घेऊन ते सर्व आपल्या पुस्तकांत स्पष्ट व जोरदार शब्दांत पुढें मांडले; व त्याबरोबर स्वतःजवळ असलेल्या माहितीवरून जीं उत्तरें सुचलीं तींहि लिहून प्रसिद्ध केलीं. अशा रीतीनें सतत वीस वर्षें या प्रभावशाली बुद्धीच्या शास्त्रज्ञानें केलेल्या प्रयत्नांच्या धडाक्यामुळें परंपरागत मतरूपी दुर्गाच्या तटामध्यें एकदम खिंडार पडलें.

अशा रीतीनें एकदां खिंडार पडतांच पुढील किल्ला सर करण्याचें काम झपाट्यानें चालू झालें. प्रत्येक दिवशीं शत्रुसैन्यांतील नवेनवे लोक हत्यारें खालीं ठेऊन शरण येऊं लागले. याप्रमाणें सुमारें आणखी वीस वर्षें गेलीं नाहींत तोंच हा विकासप्रतिपादक सिद्धान्त शास्त्रीय जगामध्यें नेहमींच्या उपयोगांत येऊं लागणारा असा होऊन बसला व एतद्विषयक विचारक्रांति पूर्णपणें घडून आली.

तसेंच नष्ट होऊन पडलेल्या पुरातन मतांच्या व विचारांच्या राशिवर उभी असलेली चार्लस डार्विनची शांत, गंभीर व अक्षोभणीय मूर्ति दिसत असते. उपहास, निर्भर्त्सना किंवा निंदा यांनीं व्यथित न होणारी, अखेरच्या विजयप्राप्तीमुळेंहि यत्किंचित् दुर्विदग्ध न बनलेली आणि एकंदर संग्रामामध्यें व शेवटच्या जयामध्येंहि निर्विकार दिसणारी अशी ही मूर्ति आहे. डार्विनचा स्वभाव पहा, त्याचें बुद्धिसामर्थ्य पहा, त्याचा एकंदर जीवितक्रम पहा, त्यानें केलेली कामगिरी पहा, सर्व सर्व बाजूंनीं त्याचें निरीक्षण केलें तरी तो १९ व्या शतकांतील अगदीं हुबेहूब सॉक्रेटीस होता असेंच दिसून येईल. १८८२ मध्यें जेव्हां तो मरण पावला तेव्हां त्याचे मित्र व त्याचे शत्रू दोघांनींहि एकच मत दिलें; तें हें कीं, मानवी देहांतील कर्तव्य संपवून विश्रांति घेत पडलेला डार्विन हा पृथ्वीच्या पाठीवर होऊन गेलेल्या अत्यंत थोर थोर नररत्नांपैकीं एक होय; आणि सर्व जगाला असें वाटलें कीं, चार्लस डार्विनचें शव वेस्टमिन्स्टर अॅबेमध्यें ऐझॅक न्यूटनच्या सन्माननीय थडग्याशेजारीं पुरणें हेंच योग्य होय. तसेंच हॅक्सलेनें डार्विनच्या योग्यतेबद्दल जे उद्गार काढलेले आहेत ते यथायोग्य नाहींत असें म्हणणारे लोकहि फारसे नाहींत. ते उद्गार येणेंप्रमाणेः—"त्याला एका महत्त्वाच्या शास्त्रीय सत्याची पायमल्ली होत आहे असें आढळून आलें. संप्रदायदुरभिमानी लोक त्याला शिव्याशाप देत होते, एकंदर जगहि त्याचा उपहास करीत होतें, तरी तो दीर्घकाल जगला, आणि मुख्यत्वेंकरून आपल्या स्वतःच्या प्रयत्नांनींच सदरहू सत्य शास्त्रीय ज्ञानमंदिरांत पुनः प्रस्थापित झालेलें पाहण्याचें भाग्य त्यास लाभलें. आतां या सत्याचें मानवी ज्ञानमंदिरांतून उच्चाटन होणें शक्य नाहीं. आणि अद्यापहि या सत्याबद्दल भीति व द्वेष वाटत असलेल्या लोकांनां त्या सत्याविरुद्ध बोटें मोडावीं असें वाटत असलें तरी तसें उघडपणें करण्याची आतां त्यांची छाती नाहीं."

योग्यतम जीवजातींची उत्पत्ति.—डार्विन व त्याचे सहव्यवसायी यांनीं शोधून काढलेल्या महत्त्वाच्या शास्त्रीय सत्याचे [illegible] आहेत हें खरें असलें तरी,

'जीवनोपकारी भेद' जीवांमध्यें कसे उत्पन्न होतात हा प्रश्न सोडविण्याचें काम शिल्लक राहिलें होतेंच. हे भेद कांहीं ठराविक व विशिष्ट कारणांमुळेंच उत्पन्न होत असले पाहिजेत ही गोष्ट इतर सर्वांपेक्षां डार्विनलाच अधिक पटलेली होती; परंतु या भेदांचीं कारणें काय असावीं यासंबंधानें डार्विननें स्वतःच्या कल्पना आपल्या ग्रंथांत मुळींच दिल्या नव्हत्या. असले फरक होत असलेले दिसून येतात--आईबाप व मुलें यांमध्यें फरक असल्याचें नेहमींच पाहण्यांत येतें--ही गोष्ट डार्विननें मान्य केली आणि तिच्या कारणांबद्दल मूकवृत्ति धारण करून तो आपल्या मुख्य सिद्धांताकडे वळलेला आहे.

परंतु नैसर्गिक निवडीसंबंधाचें डार्विननें पुढें माडलेलें तत्त्व मान्य होतांच शास्त्रीय संशोधक त्याच्या कारणांची मीमांसा करण्यास तावडतोब प्रवृत्त झाले. या भेदांनां प्रथम 'सहजोत्पन्न भेद' असें नांव दिलें होतें तरी तें तात्पुरतें होतें. हर्बर्ट स्पेन्सरनें विकाससिद्धान्तांतील या भागाकडे प्रथमपासूनच विशेष लक्ष देऊन प्रतिपादन चालविलें होतें; व त्यांत त्यानें लामार्कच्या, परिस्थितीमुळेंच प्राण्यांच्या स्वरूपांत प्रत्यक्ष परिणाम होत असतात, या कल्पनेवर विशेष भर दिला होता (बफन व जॉफ्रे सेंट हिलेर यांनां ही कल्पना विशेष पटली होती), आणि भोंवतालच्या परिस्थितीला तोंड देणें आवश्यक झाल्यामुळें व्यक्तिशः प्राण्याच्या शरीरांत प्रथम फरक होत जातातआणि नैसर्गिक निवड म्हणून जिला डार्विननें म्हटलें आहे तिचें कार्य याच आधारावर होत असतें, असा स्पेन्सरच्या एकंदर प्रतिपादनाचा तात्पर्यार्थ होता. हेकेलनेंहि याच कल्पनेचा पुरस्कार चालविला होता, आणि लवकरच नव-लामार्कमतानुयायी म्हणून एक शास्त्रज्ञांचा स्वतंत्र पक्षच पुढें आला. अमेरिकेमध्यें प्रोफेसर ए. हॅट व इ. डी. कोप यांच्या नेतृत्वाखालीं हा पक्ष चांगला जोरदार व प्रख्यात बनला.

याप्रमाणें जनमताची लाट जोरानें या पक्षाच्या बाजूनें वाहूं लागण्यास सुरुवात झाली, इतक्यांत तिच्या वाटेंत एक अत्यंत अनपेक्षित अडथळा उत्पन्न झाला. हा अडथळा प्रोफेसर ऑगस्ट वेसमन यानें १८८३ मध्यें काढलेल्या सिद्धांताचा होय. कोणत्याहि कारणानें व्यक्तिशः प्रौढावस्थेंतील विशिष्ट प्राण्यामध्यें उत्पन्न झालेला फरक पुढें त्याच्या अपत्यांमध्यें उतरतो ह्या लामार्कच्या मताला वेसमननें विरोध केला (यानें डार्विनच्या सिद्धांताला मुळींच बाध येत नव्हता, उलट वेसमन हा डार्विनच्या सिद्धांताचा कट्टा पुरस्कर्ता होता.) या विरोधामुळें उडालेली खळवळ १९०० पर्यंतहि पुरती शांत झाली नव्हती; परंतु तावत्कालपर्यंतच्या एकंदर संशोधनावरून इतकें निश्चित ठरलें कीं, वेसमननें केलेला विरोध जरूरीपेक्षां फारच अधिक होता. अशा रीतीनें प्रोफेसर वेसमननें काढलेले आक्षेप कांहीं अंशीं बरोबर आहेत ही गोष्ट कबूल करूनहि असें सप्रमाण म्हणतां येण्यासारखें आहे कीं जीवकोटींत जात्यन्तर घडवून आणणाऱ्या नैसर्गिक निवडीसंबंधाच्या डार्विनच्या सिद्धान्ताला पूर्णपणा येण्याला लामार्कच्या "निमित्तोत्पन्न भेद" विषयक कल्पनेची जोड देणें आवश्यक आहे.

याप्रमाणें, प्रोफेसर कोपनें जिला "योग्यतम जीवांची उत्पत्ति" असें म्हटलें आहे त्या उत्पत्तीसंबंधाच्या कारणांचा लामार्कनें अर्धवट केलेला खुलासा मान्य केला तरी मूळ जीवोत्पत्ति कशी झाली हा अत्यंत महत्त्वाचा प्रश्न शिल्लक राहतोच. डार्विनचा विकाससिद्धान्त या प्रश्नाचें उत्तर देण्याचा मुळींच प्रयत्न करीत नाहीं. निरनिराळ्या जीवजाती, त्यांच्या उपजाती, वर्ग व कोटी वगैरे अनंत भेद कसे उत्पन्न झाले याचा खुलासा डार्विनच्या उपपत्तीनें होतो हें कबूल; परंतु या अनंत जीवजातींपैकीं अगदीं पहिली जीवजाति उत्पन्न कशी झाली, या प्रश्नाच्या उत्तराची काय वाट ? हल्लीं अस्तित्वांत असलेल्या असंख्य वनस्पती व असंख्य प्राणी मूळ कोणत्या आद्यतम जीवकोटीपासून निर्माण झाले, ?

विकाससिद्धांत लोकांमध्यें प्रसार पावण्यास सुरुवात झाल्यानंतर लवकरच कांहीं काळ उपरिनिर्दिष्ट प्रश्नाचें उत्तर प्रत्यक्ष प्रयोगांच्या आधारें आपणांस सांपडलें आहे असें कांहीं वजनदार शास्त्रज्ञांस वाटूं लागलें. पूर्वी प्रचलित असलेल्या एका समजुतीचा आश्रय करून व तत्संबंधाचे पूर्वी करून पाहिलेलेच कित्येक प्रयोग पुन्हां करून रुआँ येथील सृष्टि, शास्त्रविषयक संग्रहालयाचा चालक एम. एफ. ए. पौशे यानें असा निर्णय दिला कीं, पृथ्वीच्या पाठीवर सर्वत्र विपाकक्रिया म्हणजे पदार्थ कुजण्यानासण्याची म्हणून एक परिचित क्रिया नेहमीं चालू असते. तिच्यापासून आद्य जीवकोटीची उत्पत्ति होते. परंतु १८६२ मध्यें लुई पाश्चूर या शास्त्रज्ञानें असें सिद्ध केलें कीं, विपाक क्रियेपासून उत्पन्न होणारी "सहजोत्पत्ति" म्हणून जिला म्हणतात त्या आद्य जीवांच्या उत्पत्तीचें वास्तविक कारण हवेंत असणारे सूक्ष्मजंतू हें होय. पाश्चूरनें हें आपलें म्हणणें प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं सिद्ध करून दाखविलें तरी पौशेच्या मतांचाच आणखी दहा वर्षांनंतर पुरस्कार करण्यास इंग्लंडमध्यें प्रोफेसर बॅस्टियन यानें पुन्हां सुरुवात केली. परंतु लवकरच जॉन टिंडाल यानें केलेल्या प्रयोगांनीं पाश्चूरनें दिलेला निर्णयच बरोबर असल्याचें ठरून "सहजोत्पत्ति" म्हणून जें एक खूळ पुढें आलेलें होतें त्याला कायमची मूठमाती मिळाली.

१९ व्या शतकांअखेर प्रगति येथपर्यंत येऊन पोहोंचली. लामार्क, वालेस, डार्विन यांच्या संशोधनामुळें निरनिराळ्या वनस्पती व प्राणी कसे उत्पन्न झाले असावे याची उपपत्ति बहुतांशीं बरोबर लागली आहे. तसेंच अत्यंत हीन जीवांपासून सर्वोत्तम जीवजाती कशी उत्पन्न झाली असावी यासंबंधाची सांखळी बरोबर जोडून दिली गेली आहे. त्याबरोबरच निर्जीव सृष्टि व सजीव सृष्टि यांमध्यें वाटत असलेलें अमर्याद अंतरहि कमी कमी करण्याचे प्रयत्न सारखे चालू आहेत. तत्त्वज्ञानानें या दोहोंमध्यें संबंध जोडून देण्याचे प्रयत्न यापूर्वींच केलेले आहेत. तथापि प्रयोगसिद्ध अनुमान

पद्धतीवर उभारलेल्या शास्त्रांनीं मात्र या दोहोंमधील अंतर कमी कमी करीत आणलें असलें तरी तें अद्याप पूर्णपणें दूर केलें नाहीं. अर्थात् सजीव व निर्जीव सृष्टींतील संबंध जोडून देऊन निर्जीवांतून सजीव सृष्टि कशी उत्पन्न झाली हें दाखवून दिल्याशिवाय विकाससिद्धान्त पूर्णत्वास पोहोंचला असें म्हणतां येणार नाहीं. तथापि १९ व्या शतकाअखेरपर्यंतचें ह्या सिद्धान्ताचें स्वरूप लक्षांत घेतलें तरीहि शास्त्रीयज्ञानाच्या इतिहासांत ती एक सर्वांत अत्यंत अद्भुत व अवाढव्य कामगिरी झालेली आहे असें कबूल करण्यास कांहीं हरकत आहे असें वाटत नाहीं.

अर्न्स्ट हेकेल.—डार्विनच्या नंतर त्याचें संशोधनकार्य पुढें चालू ठेवणारा मोठा प्राणिशास्त्रज्ञ म्हणजे अर्न्स्ट हेकेल हा होय. हा सुप्रसिद्ध जीविशास्त्रज्ञ जर्मनींत पॉट्स डॅम येथें इ. स. १८३४ सालीं जन्मला.

इ. स. १८६१ मध्यें डॉ. हेकेल हा अध्यापक म्हणून प्रथम येना शहरीं आला व हीच जागा त्यानें आपल्या संशोधनकार्यार्थ कायमची मुकर केली. प्रथम तो बर्लिन येथें वैद्यकी करीत होता व त्याचा तो धंदा तेथें चांगल्या रीतीनें चाललाहि होता.

परंतु ह्या नीरस विषयाचा त्याला कंटाळा येऊन शुद्ध शास्त्रज्ञानास त्यानें आपल्या स्वतःस वाहून घेतलें. वैद्यकीच्या अभ्यासापूर्वी त्याला वनस्पतिशास्त्राची फार आवड होती. परंतु जोहानेस मुल्लर या अध्यापकाच्या शिक्षणाचा परिणाम व वैद्यकीचा अभ्यास या दोन कारणांनीं प्राणिशास्त्राकडे त्याचें लक्ष विशेष रीतीनें वेधलें. तथापि त्याला चित्रकलेचाहि पुष्कळ नाद होता, व त्यानें ह्या कलेकडे जास्त लक्ष पुरविलें असतें तर तो नामांकित चित्रकार झाला असता. त्याच्या उपलब्ध असलेल्या अनेक चित्रांवरून त्याच्या ठिकाणीं शुद्ध शास्त्रीय माहिती व ललितकलाविषयक सरस कल्पनाशक्ति यांचा अपूर्व मिलाफ झाला होता असें दिसतें.

प्राणिशास्त्रांत त्यानें किती परिश्रम केले व नवीन माहिती किती हस्तगत केली ह्याची अंगदीं अस्पष्ट अशी कल्पना त्यानें केलेल्या मुख्य मुख्य ग्रंथांची लांबलचक यादी पाहिली असतां सहज होऊं शकेल. त्याच्या नुसत्या "रेडिओलेरियन" संज्ञक समुद्रांतर्गत सूक्ष्मजंतूंवरील मूल निबंधाचे, पंधरा शेर वजन भरणारे तीन लठ्ठ लठ्ठ भाग असून एकंदर ग्रंथ बारा वर्षेपर्यंत केलेल्या कष्टदायक संशोधनाचें फल आहे.

हेकेलच्या दोन उपपत्ती.—हेकेलच्या जीविशास्त्रावरील या प्रचंड परिश्रमाची सविस्तर हकीकत द्यावयास अवकाश नसल्यामुळें त्याच्या परिश्रमाचें फलच तेवढें येथें देतों.

'स्पंज' नामक पदार्थाचा पद्धतशीर अभ्यास करून हेकेल यानें आपली प्रसिद्ध 'जाठरी (गॅस्ट्रुला) उपपत्ति' म्हणजे अवयवरहित पोटाप्रमाणें दिसणारे लहान [illegible] जंतूच सर्व सेंद्रिय सृष्टीच्या विकासाच्या मुळाशीं असावे हें मत बसविलें.

शास्त्रीय जगांत सर्वत्र मान्यता पावलेली हेकेलची दुसरी प्रसिद्ध उपपत्ति ही कीं, प्रत्येक सेंद्रिय जीवव्यक्ति गर्भावस्थेंत वाढत असतांना आपल्या पूर्वजांच्या मूल स्थितीपासून पुढील विकासांतील सर्व अवस्था बिनचूकपणें थोडक्या कालांत दर्शविते. उदाहरणार्थ, प्रत्येक सस्तन प्राणी प्रथम अण्डाकार स्थितींत जन्म घेऊन एकपेशीमय मूलरूप प्राण्याचें (प्रोटोझोआचें) रूप धारण करतो, व नंतर क्रमाक्रमानें जाठरी, मासा आणि भूजलचर प्राणी ह्या अवस्थांतून जाऊन शेवटीं सस्तन प्राणि बनतो; कारण, त्याचे पूर्वज आजपर्यंतच्या प्राणिविकासयुगांत एकपेशी, जाठरी, मत्स्य व भूजलचर या अवस्थांतून गेले होते. ही उपपत्ति प्रो. हेकेलच्या इ. स. १८६६ मध्यें प्रसिद्ध झालेल्या स्वरूपविज्ञानशास्त्रावरील (मॉर्फॉलॉजी) ग्रंथांत सविस्तर विवेचन केली आहे.

ह्या ग्रंथामुळेंच हेकेल हा डार्विनच्या उपपत्तीचा पुरस्कर्ता म्हणून प्रसिद्ध झाला. हक्सलेप्रमाणेंच हेकेल यानें डार्विनच्या विकासवादाचा उपयोग मानवीप्राण्याच्या बाबतींत करून मनुष्याचा पूर्वज कोण असावा हें ठरविण्याचा आटोकाट प्रयत्न केला.

हरवलेल्या दुव्याचा शोध.—मनुष्याचा एकपेशीमय मूल रूप प्राण्यापासून होत गेलेला विकास दाखवणारा एक अनुमानानें तयार केलेला वंशवृक्ष एकोणिसाव्या शतकाच्या चतुर्थपादापूर्वीच त्यानें प्रसिद्ध केला होता. जसजसें नविन नविन प्राण्यांचे शोध लागूं लागले तसतशी ह्या वंशवृक्षांत सुधारणा होऊं लागली. ह्या वंशवृक्षाचें निरीक्षण केलें असतां असे पुष्कळ अज्ञात भाग दिसतात कीं, त्या ठिकाणचा सांखळीचा दुवा बरोबर सांपडत नाहीं. उदाहरणार्थ, भूजलचर प्राण्यांपासून सस्तन प्राण्यांची उत्पत्ति कशी झाली असावी हें किंवा अशींच दुसरीं पुष्कळ अज्ञात स्थळें दाखवितां येतील. परंतु मनुष्य प्राण्याचा असा एक स्वभाव असतो कीं, त्याला आपल्या आजा, पणजा इत्यादि जवळच्या पूर्वजांच्या माहितीविषयीं जितकी उत्कंठा असते तितकी त्याच्या अगदीं प्राचीन गुहेंत रहाणाऱ्या पूर्वजांविषयीं वाटत नाहीं. ह्याच तत्त्वानुसार डार्विनच्या विकासवादाच्या अभ्यासकास मनुष्यप्राण्याचा जवळचा पूर्वज कोणता प्राणी असावा ह्या प्रश्नाबद्दल उत्कण्ठा लागून राहिली. त्याचें प्रत्यंतर, 'डार्विनचा विकासवाद' ह्या शब्दाबरोबरच "वानर" ह्या शब्दाचें लौकिक साहचर्य हें होय, व ह्याच दृष्टीनें 'हरवलेला दुवा' म्हणजे मनुष्य प्राण्याचा अगदीं जवळचा पूर्वज असाच अर्थ चटकन मनांत येतो.

या हरवलेल्या दुव्याच्या संबंधीं हेकेलच्या शोधाची पुढील हकीकत देण्यापूर्वी पाश्चात्त्यांचा विकासवाद दाखविणारा वंशवृक्ष आज कोणत्या स्थितींत आहे तें प्रथम पाहूं:—

द्रव्य—शक्ति—संवेदन

अजीवकोटी

इंधकपरमाणु——विद्युत्परमाणु

७८ भौतिक-मूलद्रव्यांचे परमाणू
सूर्य, पृथ्वी, मृत्तिका, पाषाण, क्षार,
स्फटिक इ० स्थूल व सूक्ष्म पदार्थ.

जीवकोटी
आद्यजीवद्रव्य

हें जीवशरीरें निर्माण करणारें मूलद्रव्य अर्धवट द्रवरूप असें कर्ब द्रव्याचें रासायनिक संमिश्रण आहे. यांतील रसायनांत मूल भौतिक द्रव्यांपैकीं पुढील १० द्रव्यांचे परमाणू मुख्यत्वें करून येतातः—
(१) कर्ब, (२) प्राणवायु, (३) उज्वायु, (४) नत्रवायु, (५) गंधक, (६) स्फुर, (७) पालाश, (८) मग्न, (९) खट व (१०) लोह.

(जीवकोटी)

अंतर्बीजरहित, आकारहीन, अपिंडात्मक, आद्यजीवगोलक.

अंतर्बीजयुक्त, विशिष्ट आकार धारण करणारे, जीवपिंड.

एकपिंडात्मक आद्यजीवशरीरें.

अनेकपिंडात्मक उन्नत जीवशरीरें

उदर—रक्त—गुदरहित

उदर—रक्त—गुदयुक्त

पृष्ठवंशराहित

पृष्ठवंशयुक्त

मस्तकरहित

मस्तकयुक्त

गर्भवेष्टनरहित
१ मत्स्यादि जलवासी, २ कूर्मादि भूजलवासी

गर्भवेष्टनयुक्त

स्तनरहित
१ सर्पवर्ग, २ पक्षिवर्ग

सस्तन

गर्भनाडीरहित
१ मलमूत्रोत्सर्जनार्थ एकच द्वार असलेले प्राणी
२ ओटीजवळच्या पिशवींत पोरें ठेवणारे प्राणी

गर्भनाडीयुक्त

नाभीच्या अधोभागीं स्तन धारण करणारे प्राणी
गोमहिषगजवाजिश्वमार्जारादि उच्च जनावरें
चतुष्पाद मृग

नाभीच्या ऊर्ध्वभागीं वक्षःस्थलावर स्तन धारण करणारे प्राणी

दोन पाय व दोन हात यांच्या आश्रयानें ओळंबणारे प्राणी,— शाखामृग = वानर

दोन पायांवर ताठ चालणारे प्राणी नर = मनुष्य

हा वंशवृक्ष एकदम तयार झाला नसून जसेजसे शोध लागत गेले तसतसा मूल अपरिपक्व स्थितींत असलेला वंशवृक्ष सुधारत जाऊन तो या स्थितींत आला असें वर सांगितलेंच आहे. कोणत्या अमानुष प्राण्यापासून मानवोत्पत्ति झाली असावी ह्या प्रश्नाकडे प्रत्येक मनुष्याची साहजिकच चौकस दृष्टि असते. या प्रश्नाचें तात्विक उत्तर या पूर्वींच दिलें गेलें होतें, परंतु त्याचा प्रत्यक्ष प्रमाणभूत पुरावाहि प्रो. हेकेलनें 'हरवलेला दुवा' आतां शोधून काढला असून मनुष्याचा निकटचा पूर्वज कोण हा प्रश्न जवळ जवळ निकालांत निघाल्या सारखाच आहे.

ह्या मानवपूर्वजास मर्कटमानव (पिथेकँथ्रोपस) ही शास्त्रीय संज्ञा आहे. ह्या प्राण्याच्या अस्तित्वाचा मुख्य पुरावा म्हणजे इ. स. १८९१ साली डॉ. युजेज ड्युबास यानें जावा बेटांतील तृतीयावस्थाक प्रस्तरांतून संशोधन करून काढलेला हाडांचा सांपळा होय. यांतील मांडीचें हाड पाहतांच कोणीहि शारीरशास्त्रज्ञ तें मानवीप्राण्याचें असल्याबद्दल व हा प्राणी उभ्या स्थितींत चालणारा असावा ह्या गोष्टीबद्दल खात्री देईल. तथापि ह्याची मस्तकाची कवटी मात्र मनुष्यप्राण्याच्या कवटीपेक्षां आकारानें व स्वरूपानें इतकी भिन्न होती कीं, ती वानरासारख्या एखाद्या प्राण्याची असावी अशी तेव्हांच कल्पना होई. सध्यांच्या वानरापेक्षां ती दिसण्यांत दुप्पट मोठी होती एवढाच काय तो तींत फरक होता. ह्या वर्णनावरून हा प्राणी अर्धवट मनुष्यकोटींतील व अर्धवट वानर कोटींतील असावा असें सिद्ध होऊन तोच मनुष्याचा पूर्वज हें निश्चित झालें.

सारांश, सध्यांचे वानर व मानव हे एकाच पूर्वजांचे भिन्नकुलांतील वंशज असून आजचा गिबन जातीचा वानर हा मानवकुलांतील अत्यंत निकटच्या पूर्वजाचा नमुना आहे.

उपर्युक्त सिद्धांताच्या पुष्टयर्थ ह्याखेरीज दुसरीं अनेक प्रस्तरावशेषशास्त्रविषयक प्रमाणें देतां येतात, व हा पुरावा अगदीं खात्रीलायक आहे. याशिवाय तुलनात्मक शारीरशास्त्र व पिण्डवृद्धिशास्त्र यांतील पुष्कळशा गोष्टी वरील प्राण्याच्या अस्तित्वाची निःसंशय साक्ष पटवतात; व या पुराव्यावरून प्रो. हेकेल यानें मर्कटमानव प्राण्याचा शोध लागण्यापूर्वींच तात्विक पद्धतीनें मानववंशाची सांखळी अखंड जोडून दिली होती; परंतु ही सर्व विकासवादाची स्थापना म्हणजे पुढील अत्यंत महत्वाच्या प्रश्नाची पूर्व तयारी आहे. ह्याचें उत्तर अंशतः डार्विननें आपल्या "निसर्गकृत निवड" (नॅचरल सिलेक्शन) या तत्त्वाच्या विवेचनांत दिलें आहे. ह्या तत्त्वाप्रमाणें प्रत्येक प्राणिजातींत जे फेरबदल अनुकूल असतात, तेवढेच शिल्लक राहतात ही गोष्ट स्पष्ट आहे, परंतु मुळांतच बदल कां व्हावेत याची उपपत्ति लागत नाहीं. परंतु प्रो. हेकेल यानें लामार्क याच्या जुन्या मताचा पुनरुद्धार करून असें दाखविलें कीं, परिस्थितीमुळें घडणारे वैयक्तिक फेरबदल हेच पुढील प्रजेच्या स्वाभाविक फेरबदलाचें कारण होय. अर्थात् ह्या गोष्टीलाहि वरीचशी अनुकूल माहिती संशोधन करून निघाली पाहिजे. व हेंच विसाव्या शतकांतील शास्त्रज्ञांपुढचें कार्य आहे.

जीविवंशविज्ञानशास्त्र (जेनिऑलॉजी)

जीवाची शारीरिक दृष्टया वाढ कशी होते हें सांगणारें पिंडवृद्धिशास्त्र (एम्ब्रिऑलॉजी), आणि अनेक सदृश जीवांचे अपत्यपितर या नात्यानें आनुक्रमानें परिणाम काय होतात हें सांगणारें अनुवंशिकसंस्कारविज्ञान (हेरेडिटी) हीं दोन जीविशास्त्राचींच अंगें आहेत. त्यांचा एका स्वतंत्र शास्त्राखालीं समावेश करून त्याला जेनिऑलॉजी म्हणजे जीविवंशविज्ञानशास्त्र असें नांव जे.आर्थर थॉमसन यांनीं सुचविलें आहे.

प्राचीन भारतीयांच्या पिण्डवृद्धिशास्त्रविषयक व आनुवंशिकताविषयक कल्पनाः--

या दोन्ही शास्त्रांची पाश्चात्य देशांतील वाढ अगदीं अलीकडची आहे. तत्पूर्वी हीं दोन्हीं शास्त्रें त्या देशांत जशीं वैद्यकशास्त्रांत अन्तर्भूत करण्यांत येत होतीं, त्याचप्रमाणें प्राचीन भारतीयांनीं पिण्डवृद्धि व आनुवंशिकतेविषयींच्या आपल्या कल्पना निरिक्षण व तर्क यांच्या साह्यानें आयुर्वेदवाङ्मयांत विवरण केल्या आहेत. यांपैकीं कांहीं कल्पना तत्वज्ञानात्मक वाङ्मयांतहि आढळून येतात. याचें कारण आपल्या इकडील तत्त्वज्ञांनीं आत्मोन्नतीबरोबर शरीराच्या विकासाबद्दलहि विचार करण्यास सुरुवात केली होती. कारण "आत्मा वै पुत्र नामासि"— म्हणजे अपत्य हें आईबापांचें स्वरूपच होय ही भारतीय तत्त्वज्ञानपरंपरेची जीवविषयक विकासाची पहिली पायरी आहे.

गोभिल गृह्यसूत्रामध्यें व निरुक्तामध्यें उद्धृत केलेली पण शाकल संहितेंत न आढळणारी "अंगादंगात् संभवसि हृदयादधिजायसे" ही ऋचा आढळते. हिचा अर्थ "आईबापांच्या अवयवांपासून त्यांतल्या त्यांत हृदयापासून अपत्य जन्मास येतें" असा आहे. यांत आईबापांचें हें प्रतिबिंबच होय अशी कल्पना आढळून येते. विशेषतः कृष्णयजुर्वेदांतर्गत गर्भोपनिषद् हें या विषयास उद्देशूनच लिहिलेलें दिसतें. हें उपनिषद् उत्तरकालीन असून यांतील सर्व कल्पना आयुर्वेदांतील कल्पनांशीं जुळत्याच आहेत. यांपैकीं देहाची रचना कशी होते हें पुढील श्लोकांत सांगितलें आहे:—

पंचात्मकं पंचसु वर्तमानं षडाश्रयं षड्गुणयोगयुक्तम् ।
तं सप्तधातुं त्रिमलं द्वियोनिं चतुर्विधाहारमयं शरीरम् ॥

हा प्राण्यांचा पिण्डदेह पंचमहाभूतांचा बनलेला असून पंचेंद्रियांवर अवलंबून असतो; व मधुराम्ललवणतिक्तकटुकषाय इत्यादि सहा रसांवर राहणारा व शोणित, मांस, मेद, स्नायु, अस्थि, मज्जा व शुक्र या सप्त धातूंनीं युक्त असतो, वगैरे—यानंतर शुक्रशोणित संयोगापासून गर्भाची हृदयांत स्थापना होऊन त्यानंतर महिन्या महिन्यांत त्याचा विकास होत असतो व सातव्या मासांत त्याची वाढ संपूर्ण होते वगैरे विवेचन आलें आहे.

या ठिकाणीं, तसच वाग्भट शारीरस्थान अध्याय १ श्लोक ३७–४९ इत्यादि श्लोकांत त्याच विषयाचें विवेचन करण्यांत आलें आहे. भारतीय कल्पनेप्रमाणें नऊ महिन्यांतील गर्भाच्या निरनिराळ्या अवस्था पुढीलप्रमाणें आहेतः—

काल	गर्भोपनिषदाप्रमाणें	वाग्भटमतें
एकरात्र	कलल	अव्यक्त स्वरूप
सप्त रात्र	बुद्बुद	„
अर्ध मास	पिण्ड	„
पूर्ण मास	कठिणपणा	व्यक्त स्वरूप
द्वितीय मास	सशीर्ष	घनपेशी किंवा अर्बुद,
तृतीय मास	सपाद	मूर्ध,मांड्या,बाहू, सर्व सूक्ष्मांगें यांनीं युक्त.
चतुर्थ मास	गुल्फ, जठर, कटिप्रदेशयुक्त,	सर्वांगव्यक्तता
पंचम मास	सपृष्ठवंश	चेतना
षष्ठ मास	मुखनासिकाक्षिश्रोत्रसहित,	स्नायु, शिरा, रोम, बल, वर्ण, नखें, त्वचा, यांनीं युक्त.
सप्तम मास	सजीव,	सर्वांग परिपूर्ण
अष्टम मास	सर्वलक्षणसंपूर्ण,	

यांपैकीं वाग्भटांतील गर्भावस्था जास्त शास्त्रीय स्वरूपाच्या आहेत. त्याचप्रमाणें समतिथींस पुत्र व विषम तिथीस कन्या होते व " पितू रेतोऽतिरेकात्पुरुषो मातू रेतोऽतिरेकात् स्त्री उभयोर्बीजतुल्यत्वान्नपुंसको भवति " ही काल्पनिक उपपत्ति देखील सर्व ग्रंथांत सांगितली आहे. या पिण्डवृद्धिशास्त्रावर पूर्वी किती अभ्यास व परिश्रम होत असत याची कल्पना चरकानें आपल्या ग्रंथात शारीरस्थान अध्याय ३ यामध्यें दिलेल्या भरद्वाज व आत्रेय यांच्या वादविवादपद्धतीवरून स्पष्ट येते.

आनुवंशिकतेसंबंधीं कल्पनाः—तसेंच पुढील पिढीस मागील पिढींतील कोणकोणते गुणधर्म लाभतात व कोणते नवीन उत्पन्न होतात याविषयींच्या कल्पना देखील या वाङ्मयांत दिसून येतात. बृहदारण्यकोपनिषदाच्या शेवटीं स्त्रीपुरुषांनीं आपल्याला पाहिजे तशी संतति उत्पन्न होण्यास काय करावें, आहार कसला करावा वगैरे बद्दल दिलेलें वर्णन किती शास्त्रीय आहे याचें संशोधन झालेलें नाहीं. तथापि सामान्यतः वाग्भटांत सांगितल्याप्रमाणें

"मृद्वत्र मातृजं रक्तमांसमज्जगुदादिकम् ॥ ४ ॥
पैतृकं तु स्थिरं शुक्रं धमन्यस्थि कचादिकं ।
चैतनं चित्तमक्षाणि नानायोनिषु जन्मच ॥ ५ ॥
शारीर अ. ३

" रक्त, मांस मज्जा इत्यादि मृदु पदार्थ आईपासून; शुक्र, धमन्या, हाडें, केंस इत्यादि बापापासून; व मन, नेत्र वगैरे इंद्रियें, नानाप्रकारचे जन्म इत्यादि गोष्टी स्वतःच्याच असतात इत्यादि कल्पना आयुर्वेदविषयक ग्रंथांत आढळून येतात."

पिंडवृद्धिशास्त्र.—हें शास्त्र अर्वाचीन काळांतच विशेष परिणत झालें आहे. प्राचीन काळीं आरिस्टॉटलनें अंड्यांत असलेल्या कोंबडीच्या पिलांच्या हृदयांच्या ठोक्यांचें परीक्षण केलें होतें, व असें मत दिलें होतें कीं, गर्भवृद्धि म्हणजे पूर्वनिर्मित अवयवांची नुसती वाढ असा अर्थ नसून निरवयवी पिंडापासून भिन्नावयविता उत्पन्न होणें असा अर्थ आहे. तथापि त्याच्यानंतर हार्वेपर्यंत या विषयाचा कोणी अभ्यासक झाला नव्हता. विल्यम हार्वे (१५७८–१६७५), मालपिधी (१६७२), स्टेनो (१६६४), वगैरे शास्त्रज्ञांनीं महत्कारी भिंगांच्या सहाय्यानें गर्भाच्या वाढीचें निरीक्षण केलें. १८व्या शतकाच्या पूर्वार्धांत बॅनेट व बफन यांनीं अर्वाचीन शास्त्रज्ञांचीं मतें पुढें मांडलीं. तथापि त्यांत पूर्वनिर्मित मत (प्रीफॉर्मेशन थिअरी) ग्राह्य धरलें होतें; इतकेंच नव्हे तर त्या मूलबीजांत दुसऱ्या पिढीचें, दुसऱ्याच्या आंत तिसऱ्या पिढीचें, अशा रीतीनें सर्व भावी पिढ्यांचें बीज अन्तर्भूत झालेलें एकाच्या आंत एक असतें असें मत प्रतिपादिलें होतें. या मताला १७५९ मध्यें कॅस्पर फ्रीडरिक वुल्फ यानें प्रथम विरोध केला. पण त्याच्या म्हणण्याकडे कोणीं लक्ष दिलें नाहीं. पुढें व्हॉन बेएर (१७९२–१८७६) यानें अर्वाचीन पिंडवृद्धिशास्त्राचा पाया घातला, असें म्हटलें पाहिजे; कारण कूव्हिए यानें शारीरशास्त्रांत व जोहान्स मुलर यानें इंद्रियविज्ञानशास्त्रांत, त्याप्रमाणें बेएरनें पिंडवृद्धिशास्त्रांत तौलनिक अभ्यासाला सुरुवात केली. सपृष्ठवंशी प्राण्यांची गर्भावस्थेमध्यें वाढ कशी होत जाते त्याचें प्रत्यक्ष अवलोकन करून त्यानें त्याबद्दलची सविस्तर माहिती आपल्या सुप्रसिद्ध ग्रंथांत प्रसिद्ध केली. गर्भावस्थेंतील मूलबीजांकुरांत दोन थर असतात. वरच्या (ॲनिमल) थरापासून शरीरांतील स्नायु, मज्जा, अस्थि व बाह्यत्वचा आणि खालच्या (व्हेजिटेबल) थरापासून शिरा व श्लेष्मल (पचनेंद्रियविषयक) अवयव उत्पन्न होतात हा शोध बेएरचा आहे. याच बाबतींत पुढें आर. रेमॅकनें अधिक संशोधन करूनहि मूलांकुरावरणांची उपपत्ति प्रस्थापित केली. शरीरांतील एकंदर मज्जातंतूंच्या जाळ्याचा केंद्र जो पृष्ठवंशरज्जु त्याचा शोध बेएरनेंच लावला. पुढें लवकरच मूळ शरीरघटक कशाचे बनलेले असतात हा प्रश्न थिओडोर श्वान व एम. जे. श्लीडेन यांनीं सोडवून आपला अत्यंत महत्त्वाचा गोलक सिद्धांत (सेल थिअरी) प्रस्थापित केला (ह्याच विभाग पृष्ठ ४२०). व्हान विश्वाफ यानें १८४२ ते १८५४ या काळांत ससा, कुत्रा, डुक्कर, व हरिण या चार प्राणिजातींच्या पिंडवृद्धीचें अवलोकन करून वर्णन प्रसिद्ध केलें. १८४७ मध्यें कोस्टे यानें कोंबडीच्या अंड्यांतील पिंवळ्या बलकांत होणाऱ्या प्रभेदीकरण (सेग्मेंटेशन) क्रियेचा शोध लावला, आणि मनुष्य, सस्तन प्राणी, पक्षी

व मासे यांच्या पिंडवृद्धीसंबंधाची उपयुक्त माहिती प्रसिद्ध केली. सरीसृप प्राण्यांपैकीं साप, कांसव व मगर यांच्या पिंडवृद्धीची माहिती रॅथकेनें १८३९ ते १८६६ च्या दरम्यान प्रसिद्ध केली. उपर्युक्त प्रभेदीकरणाची क्रिया पुष्कळशा प्राण्यांच्या अंड्यांत होत असते असें सीबोल्ड, कोलिकर व इतर अनेक शास्त्रज्ञांच्या संशोधनानें सिद्ध झालें आहे. पिंडवृद्धिशास्त्राच्या तौलनिक अभ्यासानें डार्विनच्या विकासवादानुसार निरनिराळ्या प्राण्यांचा उत्पत्तिक्रम जुळविण्यास फार मदत झाली. या संशोधनकार्याकरितां नेपल्स येथें झोऑलॉजिकल स्टेशन (प्राणिसंग्रहालय) ही संस्था १८७२ मध्यें स्थापन झाली. या संस्थेंतील संग्रहांचा अभ्यास करून बाल्फोर नांवाच्या शास्त्रज्ञानें 'तौलनिक पिंडवृद्धिशास्त्रा 'वर सोपपत्तिक ग्रंथ लिहिला. नेपल्स खेरीज सिलोन येथें सॅरसिनबंधूंनीं (१८८४—१८८६), ब्राझिल येथें इ. सेलेंकानें, ईस्ट इंडीज मध्यें ह्युब्रेटनें (१८९०), आस्ट्रेलियांत काल्डवेलनें (१८८४), आफ्रिकेंत बुडगेटनें (१८९८ ते १९०३) याच विषयांत अधिक संशोधन केलें. १८७२ मध्यें ई. हेकेलनें शरीरांत तीन संपुटी (बॉडी-कॅव्हिटी) असतात हा शोध लावला; व नंतर या संपुटींची (कोएलोम) रचना व कार्यें यासंबंधीं पुढील संशोधकांनीं सविस्तर माहिती प्रसिद्ध केली. एली मेंचनिकॉफनें अपृष्ठवंश वर्गांतील स्पंज व इतर अपृष्ठवंश प्राण्यांची पचनक्रिया कशी चालते याविषयीं शोध लावले. प्राण्यांतील अपत्योत्पादनाची क्रिया कशी चालते या प्रश्नाचा विशेष अभ्यास १८७५ पासून सुरू झाला असून त्यांत ओ. हर्टविग, फ्लेमिंग, व्हान बेनेडेन इत्यादि शास्त्रज्ञांचे शोध महत्त्वाचे आहेत. या प्रश्नाबरोबर आनुवंशिक संस्कारांचा प्रश्नहि बऱ्याच परिणत स्वरूपांत आला आहे. या स्वतंत्र शास्त्रशाखेचा इतिहास पुढीलप्रमाणें आहे.

आनुवंशिक संस्कारविज्ञान व आनुवंशिक संस्कार.—शास्त्रीय विवेचनाच्या सोयीसाठीं मातापितरांनीं नूतनजीवोत्पत्तीसाठीं जें कांहीं चैतन्ययुक्त द्रव्य (बीजगोलक) अलग काढून ठेवलेलें असतें, त्यांतील गुणधर्मादि सर्व गोष्टींस आनुवंशिक संस्कार हें नांव दिलें असून मूलांकुरात्मक सातत्य दर्शविणाऱ्या एतद्विषयक अभ्यासास आनुवंशिकसंस्कारविज्ञान असें म्हटलें आहे.

आईबाप व त्यांचीं मुलें यांच्यामध्यें जें साम्य किंवा जो भेद दिसून येतो, त्यासंबंधीं विचार, मनुष्य फार प्राचीन काळापासून करीत आहे. तथापि, एतद्विषयक शास्त्रीय दृष्ट्या विचार, डार्विननें इ. स. १८५९ मध्यें आपलें 'ऑरिजिन ऑफ स्पीसीज' हें पुस्तक प्रसिद्ध केल्यापासूनच होऊं लागला आहे असें म्हणवयास हरकत नाहीं. एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यापूर्वी एतद्विषयक विचार करणाऱ्या पण्डितांचें लक्ष, आईबाप व मुलें यांच्यामधील सादृश्यासंबंधीं सामान्य गोष्टी एकत्र करून मनुष्यांत त्याच्या आईबापांचे किंवा अज्ञापूर्वजांचें गुणदोष कसे उतरतात, हें दाखविण्याकडेच विशेषतः लागलें होतें. याच्या पुढची पायरी म्हटली म्हणजे जिला मूलांकुरात्मक सातत्य म्हणतात त्या कल्पनेचा उदय होय. एका अर्थी मूल आपल्या आईबापाइतकेंच वयानें मोठें असतें असें म्हणवयास हरकत नाहीं. कारण, जेव्हां आईबापांचें शरीर गर्भयुक्त रजोगोलकापासून वाढूं लागतें, त्याच वेळीं अविकृत बीजात्मक द्रव्याचा कांहीं भाग पुनर्जननकारी गोलक तयार होण्यासाठीं वेगळा काढून ठेविला जातो, व याच्या विभजनापासून उत्पन्न होणाऱ्या परस्परसदृश गोलकांपैकींच एकापासून मुलाची वाढ होऊं लागते. यानंतरची प्रगति म्हटली म्हणजे, एका पिढीनें आपल्या आयुष्यांत संपादन केलेले विशेष तिच्या पुढील पिढींत उतरतात अशी जी पूर्वी सार्वत्रिक समजूत होती तिजवर हल्ला करून ती डळमळीत करण्यांत आली ही होय.

आनुवंशिकसंस्कारविज्ञानासंबंधींचे प्रश्न सोडविण्याची अर्वाचीन पद्धति म्हटली म्हणजे ज्याच्या योगानें आनुवंशिक परंपरा सतत चालू रहाते त्या बीजगोलकाचा सूक्ष्म अभ्यास करणें; निरनिराळ्या पिढींतील वंशपरंपरागत विशेषांचा आंकडेशास्त्रदृष्ट्या विचार करणें; व यावरून निघालेल्या निष्कर्षांची सत्यासत्यता प्रायोगिक प्रजोत्पादनानें पडताळून पाहणें ही होय.

एका पिढींतून दुसऱ्या पिढींत आनुवंशिक संस्कार नेण्याचें काम गर्भयुक्त रजोगोलकाकडून होतें. या गर्भयुक्त रजोगोलकास अण्डगोलक असें नांव असून सूक्ष्मदर्शकाशिवाय सामान्यतः तो दिसूं शकत नाहीं. रजोगोलकांत गर्भाधान करणाऱ्या शुक्रगोलकाचा आकार रजोगोलकाच्या लक्षांशाइतका लहान असल्यामुळें या सूक्ष्म कणामध्यें मनुष्याच्या नानाविध अवयवांचें बीज कसें राहूं शकेल, याची पुष्कळांस कल्पना करतां येत नाहीं. या प्रश्नाचा उलगडा करणारी सार्वत्रिकजननवाद (पॅन जेनेसिस) नामक उपपत्ति डेमॉक्रिटस, हिपॉक्राटेझ, पॅरासेल्सस व बफन वगैरे पण्डितांकडून अगोदरच सुचविली गेली होती, व डार्विन व स्पेन्सर यांनींहि तात्पुरता तिचाच स्वीकार केला होता (१८६४). या उपपत्तीप्रमाणें शरीराच्या निरनिराळ्या अवयवांतील गोलकांचे प्रतिनिधीभूत अंश, पुनर्जननकारी गोलकांत सत्त्वरूपानें दिले जातात, व त्यामुळें तो सर्वावयवयुक्त संतति उत्पन्न करण्यास समर्थ होतो. या उपपत्तींतील मोठा दोष म्हटला म्हणजे प्रयोगांनीं ती पडताळून पहाण्यास कांहींच मार्ग नाहीं हा होय. उलटपक्षीं वीझमन याची मूलांकुरात्मक सातत्य (जर्मिनल कंटिन्युइटि) म्हणून प्रसिद्ध असलेली उपपत्ति प्रयोगावगम्य ज्ञानावर आधारलेली असून तीच आज सर्वमान्य समजली जाते.

वीझमनचा मूलांकुरात्मक सातत्यवाद.—घोड्याच्या सूत्रकृमीच्या बाबतींत बोहेरी यास असें आढळून आलें कीं, गर्भयुक्त रजोगोलकाचा भंग होऊन प्रथम जे दोन भाग होतात, त्यांपैकीं एकापासून शरीरगोलकांची व दुस-

ऱ्यापासून बीजगोलकांची वाढ होते. हीच क्रिया वनस्पतींतहि, परंतु किंचित् उशिरां, दिसून येते. यावरून वीझमन यानें असा सिद्धान्त काढिला कीं, अशीच क्रिया खालपासून वरपावेतों सर्व प्राण्यांतहि घडत असली पाहिजे. शरीराच्या वाढीकडे यांपैकीं फक्त शरीरगोलकांचाच उपयोग होतो, व बीजगोलकांतून पुढील पिढीस पुनर्जननकारी बीजगोलक पुरविले जातात.

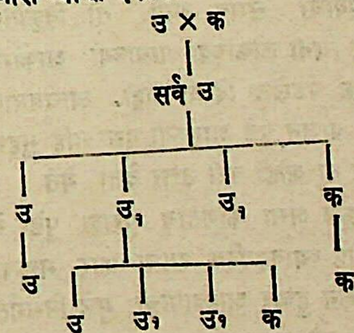
अण्डगोलकांत बापापासून शुक्रगोलकाचा व आईपासून रजोगोलकाचा अंश आलेला असल्यामुळें त्यास द्विगुणात्मक (किंवहुना बहुगुणात्मक) म्हटलें पाहिजे. परंतु आनुवंशिक संस्कारांसाठीं या दोन्हींहि गोलकांतील अंशांची आवश्यकता असतेच असें दिसत नाहीं. कारण, खालच्या प्रतीच्या प्राण्यांत असें आढळून आलें आहे कीं, शुक्रगोलकाचें सत्त्व नसलेल्या रजोगोलकापासून किंवा केवळ शुक्रगोलकाचेंच सत्त्व असलेल्या रजोगोलकाच्या तुकड्यापासून प्राण्याची वाढ होऊं शकते. तथापि, अशा रीतीनें वाढलेल्या प्राण्यांमध्यें पुष्कळ अंशीं एकपक्षीय गुणच आढळतात.

आनुवंशिक संस्काराच्या तऱ्हा.—आईबापांचे सर्वच गुणदोष त्यांच्या मुलांत उतरतात असें नाहीं. वस्तुतः संततीमध्यें पैतृक सादृश्यापेक्षां पुष्कळदां भिन्नता म्हणजे परिवृत्तीच आढळून येते. आईबापांचे कांहीं विशेष—उ० कांहीं विशिष्ट प्रकारचे रोग—इतरांपेक्षां अधिक वेळ मुलांमध्यें उतरलेले दिसून येतात. संततीमध्यें आईबापांचे कोणते विशेष कितपत उतरण्याचा संभव असतो हें आनुवंशिकसंस्कार-विज्ञानशास्त्राच्या अभ्यासकानें माहिती गोळा करून ठरविलें पाहिजे. प्रो. कार्ल पिअर्सन यांनीं कांहीं वर्षांपूर्वी बहुप्रजोत्पादनशक्ति व दीर्घायुष्य हीं आनुवंशिक असतात असें सिद्ध करणारा पुरावा पुढें आणला होता. तथापि पैतृक सादृश्या-संबंधीं एक गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे कीं, पुष्कळ प्रसंगीं आईबापांतील एखादा विशेष पुढच्या पिढींत दृष्टोत्पत्तीस न येतां एकदम तिसऱ्या पिढींतहि प्रगट होतो.

आनुवंशिक संस्कार मिश्र, एकदेशीय व पृथगात्मक असे तीन प्रकारचे असतात. उदाहरणार्थ, एखाद्या शिंगराची आई सफेत रंगाची व बाप कृष्णवर्ण आहे अशी कल्पना करूं. अशा स्थितींत तें शिंगरूं किंचित् पिंगलवर्ण असलें तर तो आनुवंशिक संस्कार मिश्र समजावा. सर्वस्वीं सफेत किंवा सर्वस्वीं कृष्णवर्ण असलें तर तो एकदेशीय समजावा. व त्याचा कांहीं भाग पूर्ण सफेत व कांहीं भाग पूर्ण कृष्णवर्ण असला तर तो पृथगात्मक समजावा.

प्रत्यावर्तन.—फ्रान्सिस गाल्टन यानें असें दाखविलें आहे कीं, कोणत्याहि जीववंशाच्या एखाद्या विशिष्ट पिढींतील निरनिराळ्या व्यक्तींत बहुविध वैचित्र्य दिसून येत असलें, तरी पिढ्यानुपिढ्या त्याच्या एकंदर लक्षणांत कायमपणाच आढळून येतो. किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे एखाद्या वंशाची जी कांहीं मध्यमावस्था असते तीच कायम राखण्याकडे निसर्गाचा कल असतो. उ० एखादा मनुष्य आपल्या जातीच्या सरासरी माणसापेक्षां उंच असला तर त्याची संतति त्याहून थोडी कमी उंच होईल; पण तोच जर ठेंगणा असला तर त्याची संतति त्याहून थोडी अधिक उंच होईल. या नियमास रिग्रेशन म्ह० प्रत्यावर्तन असें नांव असून, तो आनुवंशिक संस्कार हे केवळ द्विगुणात्मक म्हणजे पितृप्राप्त नसून बहुगुणात्मक म्हणजे पूर्वजप्राप्त असतात याचा परिणाम आहे. एतद्विषयक गाल्टनचा नियम असा आहे कीं, संततीच्या कोणत्याहि विशेषांपैकीं आई व बाप यांजकडून प्रत्येकीं $\frac{1}{4}$ याप्रमाणें एकंदर $\frac{1}{2}$ भाग तीस आईबापांकडून प्राप्त होतो; बापाचा बाप, बापाची आई, आईचा बाप व आईची आई यांजकडून प्रत्येकीं $\frac{1}{16}$ याप्रमाणें एकंदर $\frac{1}{4}$ भाग आजाआजींकडून प्राप्त होतो; व याच हिशेबानें मागील सर्व पिढ्या कमी कमी प्रमाणांत तिच्या विशेषास कारक झालेल्या असतात. $\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\ldots$ या श्रेढीची बेरीज १ असल्यामुळें संततीमधील कोणताहि विशेष तिच्या पूर्वजांच्या विशेषांचें सर्वस्वीं मिश्रण असतो.

मेंडेलिझम.—वाटाण्याच्या रोपांवर व कोंबड्यांवर प्रयोग करून काढलेला ग्रेगर मेंडेल याचा अशाच प्रकारचा एक १८६५त प्रसिद्ध झालेला नियम असून १९००नंतर त्यास जीवशास्त्रांत मान्यता प्राप्त झाली आहे. थोडक्यांत हा नियम पुढें दिल्याप्रमाणें आहेः उच्च व कनिष्ठ अशा दोन जातींच्या संकरानें झालेली संतति पहिल्या पिढींत सर्व उच्चच असते. परंतु या संकरसंततीपासून पुढें जी संतति होते तींत उच्च व कनिष्ठ यांचें प्रमाण तीन उच्चांस एक कनिष्ठ याप्रमाणें असून, कनिष्ठ संततीपासून व तीन उच्चांपैकीं एकीपासून पुढें सजातीयच संतति होते. उच्च संततीपैकीं बाकीच्या दोहींपासून मात्र पुन्हां पूर्वीप्रमाणेंच ३ः १ या प्रमाणांत उच्च व कनिष्ठ संततीचा संभव होतो. हा नियम पुढें दिलेल्या वंशावळीवरून स्पष्टपणें ध्यानांत येईल. हींत उच्चासाठीं 'उ' व कनिष्ठासाठीं 'क' हीं अक्षरें वापरलीं असून 'उ' ला जोडलेला १ हा आंकडा मिश्रजातीय संतति उत्पन्न करणारी व्यक्ति दर्शवितो.



अधिगत विशेषांची उर्फ विकृतींची संक्रमणशीलता.—अधिगत विशेष किंवा विकृति म्हणजे परिस्थितीमुळें घडून आलेला शरीरघटनेंतील फेरफार होय. विकृति व मागें उल्लेखिलेली परिवृत्ति यांमधील भेद

ह्या कीं, परिवृत्तीचा उगम प्रायः संततीच्या जन्मापूर्वींच झालेला असतो; परंतु विकृति ही नेहमीं जन्मानंतरच परिस्थित्यनुरूप घडून येते. विकृतीचें पुढील पिढींत संक्रमण होतें काय या प्रश्नास बहुधा नकारार्थींच उत्तर द्यावें लागेल. कांट व प्रिचर्ड (जन्म १७८६) यांचेंहि मत असेंच होतें. परंतु १८७५त गाल्टनचा व १८८३त वीझमनचा एतद्विषयक निबंध प्रसिद्ध होईपर्यंत या प्रश्नाचा काळजीपूर्वक अभ्यास झालाच नव्हता असें म्हटलें तरी चालेल. गोऱ्या इसमाच्या कांहीं पिढ्या उष्ण कटिबंधांत गेल्या असतां त्याच्या संततीचा वर्ण कायमचा काळा होतो; मैदानांतील एखादें रोप उंच डोंगरावर नेऊन लाविलें असतां तेथील थंड हवेपासून रक्षण होण्यास अवश्य असणारे अन्तर्गत फेरफार त्यांत होऊं लागतात इत्यादि अनेक अनुभवजन्य गोष्टींवरून विकृती संक्रमणशील असतात असें साहजिकच मत होतें. परंतु वीझमनच्या उपपत्तींतील आनुवंशिक संस्काराचा वाहक जो बीजगोलक तो संतति जन्मास येण्यापूर्वींच तयार होत असल्यामुळें त्यानंतरच्या परिस्थितिभेदाचा परिणाम त्यावर कां व्हावा हें कळत नाहीं. ह्याला कदाचित् असें उत्तर देतां येईल कीं, हे बीजगोलक ज्या रक्तादि द्रव्यांत असतात त्यांवर परिस्थितीचा परिणाम होऊं शकत असल्यामुळें त्यांच्या संपर्कानें यांवरहि तिचा कांहीं तरी परिणाम होणें शक्य आहे; व स्वतः वीझमननेंहि ही गोष्ट अंशतः कबूल केली आहे. तथापि केवळ प्रत्यक्ष पुराव्याचाच विचार करतां विकृतिसंक्रमणाच्या बाजूनें पुढें मांडण्यांत येणारे बहुतेक मुद्दे उलट बाजूच्या चिकित्सक टीकाकारांच्या माऱ्यापुढें टिकाव धरूं शकत नाहींत. पंजाबी लोकांस उकिडवें बसण्याची संवय असल्यामुळें त्यांचे विशिष्ट स्नायू व हाडें विशिष्ट प्रकारचीं बनलेलीं असतात असें सांगण्यांत येतें; परंतु हा फरक नुकत्याच जन्मलेल्या मुलांत दिसतो किंवा नाहीं हें कळल्याशिवाय यावरून कांहींच निष्कर्ष काढतां येत नाहीं. चिनी बायांचे पाय लहानपणापासून घट्ट दाबून बांधलेले असतात म्हणून त्यांच्या पायाची कनिष्ठिका दिवसानुदिवस आंखूड होत चालली आहे अशी दुसरी एक गोष्ट सांगण्यांत येते; परंतु हा फरक केवळ परिवृत्तीमुळेंच होत असण्याचा संभव आहे. तो विकृतिसंक्रमणजन्य म्हणावा तर चिनी लोकांच्या पायाच्या आकारांत वस्तुतः कांहींच फरक पडलेला दिसत नाहीं. त्याचप्रमाणें विकृतिसंक्रमणाच्या बाजूनें पुढें आलेल्या दुसऱ्याहि मुद्दयांस विरुद्धपक्षास कांहीं ना कांहीं तरी उत्तर देतां येतें. विकृतिसंक्रमणास अनुकूल असा कोणताच पुरावा पुढें येऊं शकत नाहीं, ही गोष्ट व्यावहारिक दृष्ट्या फार महत्त्वाची आहे. कारण तिजवरून हुषार आईबापांचीं मुलें निसर्गतःच हुषार असतात अशी जी सामान्यतः समजूत असते ती किती फोल आहे हें तर दिसून येतेंच; पण त्याचप्रमाणें आपण हिंदी लोक उष्णकटिबंधांत राहत असल्यामुळें दिवसानुदिवस निःसत्त्व बनत चाललों आहोंत व आपला पुढें असाच ऱ्हास होत जाऊन शेवटीं आपण नामशेष होणार वगैरे ज्या निराशावादी घातुक कल्पना आपल्या डोक्यांत भरविण्यांत आल्या आहेत त्या कशा निराधार आहेत हें स्पष्ट दिसून येतें.

नूतन मानसेंद्रियविज्ञानशास्त्र.

मानसिक व्यापार मेंदूंतील क्रियांवर अवलंबून असतात असें अलीकडे पाश्चात्त्य शास्त्रज्ञांनीं प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं सिद्ध केलें आहे; व त्यामुळें मानसशास्त्राला तत्त्वज्ञानाचें अंग न समजतां, मेंदू हा शरीरांतला एक जड अवयव असल्यामुळें मज्जाक्रियाधिष्ठित मानसशास्त्राचा जीविशास्त्रांतच अन्तर्भाव अलीकडे करण्यांत येतो. म्हणून या शास्त्राची अलीकडील वाढ याच प्रकरणांत देऊं. ती देण्यापूर्वी मानसिक व्यापारासंबंधीं प्राचीनांच्या कल्पना आधीं दिल्या पाहिजेत.

मानसशास्त्रविषयक प्राचीन भारतीय प्रगति.--मानसशास्त्र हें हिंदुस्थानांत बरेंच चांगल्या तऱ्हेनें वाढलें होतें असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. मनाच्या प्रवृत्तींचा अभ्यास ज्या अनेक वर्गांनीं केला होता त्यांत निरनिराळे दर्शनकार आणि त्यांच्या संप्रदायांतील लेखक येतात एवढेंच नव्हे तर नीतिनिपुण, लोक कामशास्त्रासारख्या शास्त्राचे अभ्यासक आणि साहित्यशास्त्राचे अभ्यासक यांची गणनाहि त्यांतच केली पाहिजे.कांहीं मानसशास्त्र भारतीय वैद्यकात देखील दृष्टीस पडतें. तथापि मनाचे गूढ धर्म भारतीयांस परिचित आहेत म्हणून जो आपला लौकिक पाश्चात्त्य जगांत आढळतो त्यास सार्थ करणारें ज्ञान आज आपणांपाशीं आहे कीं नाहीं याची वानवाच आहे. योगशास्त्र ही पुष्कळ अंशीं नव्हे तर सर्वांशीं मानसशास्त्रात्मक कला आहे. 'योगश्चित्तवृत्तिनिरोधः' अशी व्याख्या पतंजलि करतो.

भारतीय मानसशास्त्रामध्यें योगशास्त्राचा अंतर्भाव केला पाहिजे ही गोष्ट खरी आहे. पण प्रश्न उपस्थित होतो तो हा कीं, योगशास्त्रामध्यें ज्या अनेक स्थिती आणि शक्ती वर्णन केल्या आहेत त्या खऱ्या आहेत काय, आणि असल्यास कितपत खऱ्या आहेत? विद्याधरांच्या, गुह्यकांच्या व सिद्धांच्या शक्ती काव्यांतून आणि कथासरित्सागरासारख्या ग्रंथांतून वर्णन केल्या आहेत त्या कितपत खऱ्या धरावयाच्या? मनाला व शरीराला शिस्त देऊन जीं अनेक बलें प्राप्त होत असल्याचें हठयोगावरील ग्रंथ वर्णन करतात तीं कितपत खरीं आहेत? याविषयीं ज्ञानकोशाच्या मुख्य संपादकाचें मत येणेंप्रमाणें आहे. योगावरील ग्रंथांत ज्या अनेक स्थिती वर्णन केल्या आहेत त्यांचे जाणते अनेक वर्षें पुष्कळ शोध केला तरी मिळाले नाहींत, आणि ज्यांनीं यावर अनेक वर्षें परिश्रम केला त्यांच्या हातीं कांहीं विशेष लागलें नाहीं. अशी स्थिति असल्यामुळें षट्क्रिया, आसनें आणि प्राणायाम यांपासून जो थोडाफार शरीरास फायदा होईल तो खेरीज करून सर्व योगशास्त्र हे 'भंडधूर्तनिशाचरांचे' ग्रंथ आहेत असें आम्ही विरुद्ध प्रत्यक्ष पुरावा येईपर्यंत म्हणतों. समाधि म्हणजे काय हें आम्हांस अद्याप मुळींच ठाऊक नाहीं, आणि समाधि

घेणारी एखादी व्यक्ति ज्यास ठाउक आहे आणि ज्यानें शास्त्रज्ञास अवश्य इतक्या संशयी स्वभावानें " समाधि " घेणाऱ्यांच्या कृतींचें परीक्षण केलें आहे असा मनुष्यहि आम्हांस ठाऊक नाहीं. एक चमत्कारोत्पादक क्रिया स्वामी अगम्यगुरूनें यूरोपांत करून दाखविली ती ही कीं, हृदयाचें चलनवलन डाक्टरांच्या समोर बंद करून दाखविलें. या गोष्टीचाहि येथें निर्देश केला पाहिजे, आणि कांहीं मानसिक तालमीचे आणि त्यापासून होणाऱ्या परिणामांचें स्वरूप प्राचीनांस अवगत होतें असें म्हटलें पाहिजे. योगाविषयीं यापेक्षां अधिक येथें देत नाहीं. याचा परामर्श पुढें मुख्य ग्रंथांत घेण्याचें योजलें आहे.

मानसशास्त्रामध्यें प्रगति करून घेणारा दुसरा एक वर्ग म्हटला म्हणजे साहित्यशास्त्रज्ञांचा होय. त्यांनीं कवितेची व्याख्या " वाक्यं रसात्मकं काव्यं " अशी केली. असून भाव उत्कटतेला गेला म्हणजे त्यास रस म्हणावें असें म्हटलें आहे. आणि रसांचें श्रृंगार, वीर, करुण असें वर्गीकरण केलें. स्थायीभाव, विभाव, अनुभाव आणि व्यभिचारीभाव इत्यादि संज्ञांनीं युक्त अशी जी काव्यानंदाची पृथक्करण करण्याची पद्धति योजली आहे तींत मानसशास्त्राचा सूक्ष्म अभ्यास दिसून येतो. पाश्चात्यांच्या साहित्यशास्त्रांत तसा अभ्यास दिसून येत नाहीं.

भारतीय शास्त्रज्ञांनीं आत्मा, मन आणि प्राण या तीन निरनिराळ्या वस्तू मानल्या आहेत. मनाची व्याख्या वैशेषिकांनीं वरीच कुशलतेनं केली आहे. तथापि मन म्हणजे काय याविषयीं आज देखील इतकें अज्ञान आहे कीं त्यांच्या व्याख्येच्या पुढें आपण अधिक प्रगति केली आहे असें म्हणतां येणार नाहीं.

मानसशास्त्राचा शास्त्रीय अभ्यास आज हिंदुस्थानांत नाहींच असें म्हटलें तरी चालेल. येथील विद्यापीठांत मानसशास्त्रीय प्रयोगशाळा चांगल्याशा दृष्टीस पडत नाहींत.

आतां पाश्चात्यांच्या मानसशास्त्रीय अभ्यासाकडे वळूं.

१७ व्या शतकापूर्वीच्या पाश्चात्य कल्पना.— मनुष्याचा मेंदू हा त्याच्या शारीरिक रचनेचाच एक भाग आहे व त्याचा मनाशीं अति निकट संबंध आहे—मग या संबंधाचें स्वरूप कांहींहि असो — ही गोष्ट आज सर्वमान्य झाली आहे. परंतु ही गोष्ट आतांप्रमाणेंच पूर्वीच्या लोकांनां मान्य नव्हती हें आपणांस निरनिराळ्या भाषांतून मानसिक व नैतिक गुणांचा संबंध हृदय, जठर, मूत्रपिंड, आंतडीं इत्यादिकांशीं जोडणारे जे कित्येक शब्द आढळून येतात त्यांवरून दिसून येईल. प्राचीन ग्रीक लोकांमध्यें पायथॅगोरेसचा शिष्य क्रोटोना येथील अल्कमिऑन (ख्रि. पू. पांचवें शतक) यानें असें प्रतिपादन केलें होतें कीं, इंद्रियांवर घडलेले संस्कार कांहीं विशिष्ट मार्गांनीं (मज्जातंतूमार्फत) मेंदूमध्यें जाऊन एकत्र होतात, व त्या ठिकाणीं मेंदू त्यांस स्मरणशक्ति, मत, शास्त्र इत्यादिकांचें स्वरूप देतो. शरीराच्या व्यापारांचें नियंत्रण करणारें स्थान मेंदूमध्येंच असतें.

हिपॉक्राटेझ व डिमॉक्रिटस यांचेंहि असेंच मत होतें. प्लेटो यासहि हें मत कांहीं अंशीं मान्य होतें. तो आत्म्यांतील बुद्धीचा अंश डोक्यामध्यें, विकारांचा हृदयामध्यें आणि वासनांचा शरीराच्या अधोभागांत वास करतो असें म्हणत असे (टिमियस पृ. ६९-७२). आरिस्टॉटल याचें असें मत होतें कीं, शरीराचा मुख्य भाग जो आत्मा त्याचा शरीरांतील इतर अवयवांशीं त्यांच्यांतील परस्परसंबंधाप्रमाणेंच संबंध आहे. व मेंदू हा केवळ निष्क्रिय असा भाग असून त्याचें कार्य फक्त हृदयांत जाणारें रक्त थंड करण्याचें आहे. गेलेन याला मेंदू हा मज्जातंतुरचनेचा केंद्र असून शरीरव्यापारांत त्याचें कार्य फार महत्त्वाचें आहे ही गोष्ट मान्य होती. मेंदूमार्फत सर्व शरीरभर चैतन्यशक्तीचा पुरवठा होतो असें तो म्हणत असे. परंतु त्याच्या मतें " आत्म्याचें स्थान " मेंदूच्या मुख्य घटकभागांत नसून मस्तिष्कविवरांत अथवा मेंदूंतील पोकळींत होतें. हीं व अशाच तऱ्हेचीं मतें सतराव्या शतकाच्या आरंभापर्यंत प्रचलित होतीं. या वेळीं मेंदूच्या व्यवच्छेदनक्रियेमुळें व्हॅरोलियस व इतर शास्त्रज्ञांनीं मेंदूविषयींचें ज्ञान अधिक स्पष्टतेनें जगापुढें मांडलें. या कालापासून मेंदूचे निरनिराळे भाग करून विशिष्ट भाग विशिष्ट मानसिक व्यापार करतो अशा तऱ्हेचीं मतें पुढें येऊं लागलीं.

मेंदू आणि मन.—सुमारें शंभर सवाशें वर्षांपूर्वी या आपल्या पृथ्वीच्या पाठीवर वेड लागलेल्या लोकांच्या हिताच्या दृष्टीनें सुधारणा घडवून आणण्यासंबंधाची चळवळ सुरू करण्यांत आली. या चळवळीचा मूलारंभ अमेरिकेंत झाला हेंहि रास्तच झालें; कारण बुद्धिभ्रम झालेल्या अशा या दुर्दैवी लोकांनां अमेरिकेमध्यें प्रथमपासून फार दयाळूपणानें वागविण्यांत येत असे. पण त्याच काळांत अमेरिकेच्या मानानें इतर देशांत वेड्यांनां वागविण्याची पद्धति पशूपेक्षांहि अधिक क्रूरपणाची होती. तथापि इंग्लंड व फ्रान्स या दोन देशांनीं लवकरच अमेरिकेचें अनुकरण केलें. अतलांतिक महासागराच्या पश्चिमेकडील खंडांतला या चळवळींत पुढाकार घेणारा इसम फिलाडेल्फिया येथील सुप्रसिद्ध रहिवाशी डॉ. बेंजामिन रश ' अमेरिकेचा सीडनहॅम ' हा होय. इंग्लंडमध्यें डॉ. विल्यम टुक यानें सदरहू चळवळीला सुरवात केली; आणि फ्रान्समध्यें डॉ. फिलिप पिनेलनें इतर कोणाची मदत नसतांहि या दिशेनें पाऊल पुढें टाकलें. या तीन महात्म्यांनीं एकाच प्रकारच्या सदिच्छेनें प्रेरित होऊन आपआपल्या देशांत अगदीं स्वतंत्रपणें वेड्या लोकांनां वागविण्याच्या परंपरागत पद्धतीविरुद्ध एक प्रकारचें बंड उभारलें. ही जुनी पद्धत म्हणजे वेड लागलेल्या लोकांनां भूतपिशाचाची बाधा आहे अशा समजुतीनें इतर समाजापासून दूर घाणेरड्या अंधार कोठड्यांत हातापायांत बिड्या घालून चाबकाच्या धाकाखालीं

ठेवावयाचें अशी होती. उपरिनिर्दिष्ट चळवळ सुरू होईपर्यंत, वेड्यांनां अंधारकोठड्यांत मानेला किंवा कमरेला साखळदंड बांधून भिंतीला जखडून टाकणें यांत कांहीं अमानुष क्रूरपणा आहे असें फारच थोड्या लोकांनां वाटत असे. वर सांगितल्याप्रमाणें वेड लागलेल्या कितीतरी दुर्दैवी प्राण्यांनां शरीर जखडून टाकलेल्या स्थितींत जेथें कधीं सूर्याचा किरण देखील शिरणार नाहीं अशा भुयारांत वर्षानुवर्षे कंठावीं लागत असत. कित्येक वेळां लोखंड महाग झाल्यामुळें वेड्यांनां बांधून ठेवावयाच्या सांखळ्या इतक्या आंखूड असत कीं, या हतभाग्यांनां धड ताठसुद्धां उभें राहतां येत नसे, किंवा खालीं टाकलेल्या गवताच्या बिछान्यावर एका कुशीवरून दुसऱ्या कुशीस वळतां येत नसे.

अमेरिकेमध्यें यूरोपच्या इतिहासांत ज्याला मध्ययुग असें म्हणतात तें मुळींच नसल्यामुळें मध्ययुगांतील कृत्यांवरून पडलेल्या यूरोपांतल्यासारख्या अमानुष चालीरीतीहि तिकडे मुळींच नव्हत्या; व त्यामुळें वेड लागलेल्या माणसांनां यूरोपांतल्याप्रमाणें अत्यंत नीचपणानें कधींच वागविण्यांत आलें नाहीं. बहुधा या कारणांमुळेंच, फिलाडेल्फिया हॉस्पिटलमध्यें १७८४ मध्यें वेड्यांनां चाबकाचा उपयोग बिलकुल न करतां अनेक प्रकारें दयाळूपणानें वागविण्याची व्यवस्था डॉ. रुशनें करविली. या त्याच्या मोठ्या उदारपणाच्या कृत्याबद्दल अमेरिकन लोकांनां फारसें कौतुक वाटलें नाहीं असें दिसतें. उलटपक्षीं यूरोपांतील पुढाऱ्यांनीं वरील सनानंतर बऱ्याच वर्षांनीं वेड्यांचे हाल कमी करण्याची चळवळ सुरू केली, तरी त्यांची वाहवा यूरोपमध्यें झाली. परंतु ही गोष्ट सकृद्दर्शनीं वाटते तितकी अन्यायाची खरोखर नाहीं. कारण असें कीं, अमेरिकेमध्यें प्रथमपासूनच वेड्यांनां बऱ्याच दयाळूपणानें वागविण्यांत येत असल्यामुळें डॉ. रुशला वर सांगितल्याप्रमाणें सुधारणेचें पाऊल पुढें टाकणें बरेंच सोपें होतें; आणि या मानानें यूरोपांतील सुधारणावाद्यांनीं, वेड्यांनां अत्यंत भयंकर जाचांतून सोडवून दयाळूपणानें वागविण्याची पद्धति सुरू करण्याकरितां मारलेली उडी फार मोठी व अवघड होती. याला उदाहरण असें कीं, पॅरिसमध्यें वेड्यांच्या हातांपायांतील बिड्या काढून त्यांनां मोकळे करण्याकरितां पिनेलला वड्या अधिकाऱ्यांची परवानगी मागावी लागली, आणि मोठा विद्वान् शास्त्रज्ञ म्हणून नांवाजलेला असतांहि पिनेलला ती परवानगी मोठ्या कष्टानें मिळाली; शिवाय असले वेडगळ व निरर्थक प्रयत्न चालविल्याबद्दल खुद्द पिनेलचीच वेड्यांमध्यें लोक गणना करूं लागले. तथापि पिनेलनें केलेला प्रयत्न सफल झाला तेव्हां मात्र वेड्यांनां वागविण्याच्या पद्धतींत इतकी चांगली सुधारणा झाली कीं, बिसेटर व साल्पेटर येथील पिनेलच्या भूतदयेच्या कृत्यांची कीर्ति सर्व यूरोपभर पसरली. खुद्द पॅरिसमध्यें पिनेलनें सुचविलेल्या सर्व सुधारणा अमलांत येण्यास पुष्कळ वर्षें लागलीं; आणि फ्रान्सच्या सर्व प्रांतांत त्या सुधारणा मान्य होण्यास पिनेलचा शिष्य एस्किरोल व त्याचे सहकारी यांनां सर्व आयुष्यभर खटपट करावी लागली. तथापि १८व्या शतकाच्या अखेरीसच पिनेलच्या प्रयत्नांमुळें या वेड्यांनां वागविण्याविषयींच्या प्रश्नाला चांगली स्तुत्य व संस्मरणीय दिशा लागली यांत शंका नाहीं.

या शहाणपणाच्या व दयाळूपणाच्या सुधारणेचा संबंध प्रस्तुत विषयाशीं म्हणजे शास्त्रेतिहासाशीं असा येतो कीं या सुधारणेच्या अनुषंगानें वेड्यांच्या मानसिक स्थितीसंबंधानें जें सूक्ष्म निरीक्षण करण्यांत आलें त्या योगानें एक नवें मत प्रस्थापित होऊं लागलें व तें हळूहळू सर्वमान्य होऊन बसलें. तें मत असें कीं, मनुष्य भूतपिशाचाच्या बाधेमुळें वेडा होतो हा समज चुकीचा असून वास्तविक त्या मनुष्याचा मेंदूच बिघडलेला असतो. ही गोष्ट नक्की ठरल्यामुळें त्यावरून दुसरीहि गोष्ट स्पष्ट झाली कीं, मन व शरीर यांचा परस्पराशीं अत्यंत निकट संबंध आहे. अशा अकल्पित रीतीनें पिनेल व त्याचे सहकारी यांनीं वेड्यांच्या हातापायांतील बिड्यांबरोबर परंपरागत चालत आलेल्या तत्त्वज्ञानांतील कित्येक सर्वमान्य समजुतींवर न कळत आघात केला; व वेड्यांनां भयंकर भुयारांतून सोडविण्याच्या श्रेयाबरोबर मानसशास्त्राला अतींद्रियशास्त्राच्या अंधकारमय कुहरांतून मुक्त करण्याचें श्रेयहि संपादन केलें. तावत्कालपर्यंत स्वतंत्र मानसशास्त्र म्हणून जें कांहीं थोडेंफार अस्तित्वांत होतें तें निरनिराळ्या व्यक्तींच्या मनःस्थितीचा स्वतंत्रपणें अभ्यास करून तयार केलेलें होतें. परंतु यापुढें मनाचें परावलंबित्व मान्य करून त्याचा व शरीराचा विशेषतः मेंदूचा व मज्जातंतूंचा परस्परांवर होणारा परिणाम लक्षांत घेऊन मानसशास्त्रांतील संशोधन करण्याची पद्धति सुरू झाली.

मन व मेंदू यांची सांगड घालण्याची आवश्यकता त्या काळांतल्या निराळ्याच एका संशोधकानें अत्यंत मनःपूर्वक व स्पष्टपणें प्रतिपादन करण्यास सुरुवात केली. या संशोधकानें मेंदू व त्याचे व्यापार यांचें सूक्ष्म निरीक्षण कांहीं निराळ्याच हेतूनें चालविलें होतें. सदरहू विषयांतल्या तज्ज्ञांपैकीं अगदीं पहिला तज्ज्ञ डॉ. फ्रांझ जोसेफ गॉल हा होय. हा मूळ जन्मतः जर्मन असून पुढें पॅरिसचा रहिवाशी बनला होता. मस्तकविज्ञान (फ्रेनॉलॉजी) म्हणून जें आजकाल सुप्रसिद्ध झालेलें शास्त्र आहे त्याचा हाच उत्पादक होय. फिरत्या वैदूंच्या ज्ञानाचा पोकळपणा चव्हाट्यावर आला त्याबरोबर या मस्तकविज्ञानशास्त्राचीहि यथायोग्य संभावना होऊन शास्त्र या दृष्टीनें त्याची आज कवडी किंमत झालेली आहे; तरी आपण हें विसरतां कामा नये कीं, या नामधारी शास्त्राचा जनक जो डॉ. गॉल तो स्वतः चांगला सुशिक्षित वैद्य होता. तत्कालीन ज्ञानाच्या मानानें त्यानें मन व मेंदू यांचा फार काळजीपूर्वक अभ्यास केलेला होता, आणि शिवाय त्यानें ज्या शास्त्राची प्राणप्रतिष्ठा केली त्या शास्त्राच्या खरेपणाबद्दलचा त्याचा विश्वास पूर्ण व अढळ होता. त्यानें बसविलेली

पद्धति एकंदरीनें पाहतां चुकीची असली तरी तिच्यांतहि सत्याचें बीज होतें, असें अलीकडील शोधांवरून दिसून आलें आहे. स्वतः त्या शास्त्रकर्त्याची त्यावर किती अचल श्रद्धा होती तें त्यानें १८०८ मध्यें फ्रेंच ॲकॅडेमी ऑफ सायन्सेस या संस्थेला तच्छास्त्रासंबंधीं जो निबंध सादर केला आहे त्यावरून स्पष्ट दिसतें. हा निबंध अभिप्रायाकरितां ज्या कमिटीकडे देण्यांत आला त्या कमिटीचे पिनेल व कूव्हिए हे सभासद होते. या कमिटीनें निकाल विरुद्ध दिला व तो यथायोग्यच होता. तथापि ज्या विद्वानांनीं त्या पद्धतीवर नापसंतीचा शेरा मारला त्यांनीं तिच्यांत जो एक गुण होता तोहि ग्रहण केला नाहीं ही चूक केली. तो गुण हा कीं, मेंदू हा मनाचें इंद्रिय आहे ही कल्पना मस्तकविज्ञानशास्त्रानें रूढ केली. त्यामुळें पुष्कळ विद्वान् शास्त्रज्ञांनीं त्या विषयाचा अभ्यास सुरू केला. त्यांत डॉ. कास्पर स्पुर्झहीम हा प्रमुख असून इंग्लंड व अमेरिका या दोन्ही देशांत त्यानें मस्तकविज्ञान बरेंच प्रचारांत आणलें. फ्रान्समध्यें लुई अँटॉइन डेस्मौलिन्स या तरुण व हुषार विद्वानानें निःपक्षपात मनानें याच विषयाचा अभ्यास करून १८२५ मध्यें 'सपृष्ठवंशी प्राण्यांच्या शरीरांतील मज्जातंतूंची रचना' या विषयावर एक विद्वन्मान्य ग्रंथ प्रसिद्ध केला. डेस्मौलिन्सचा एक शोध तर नवयुगारंभकारी होता; तो असा कीं, साधारण तरुण माणसाच्या मेंदूपेक्षां वयोवृद्ध होऊन गेलेल्या माणसाचा मेंदू वजनानें बराच हलका भरतो; आणि या प्रत्यक्ष अनुभवावरून त्यानें असेंहि अनुमान केलें कीं, मनुष्याला वार्द्धक्य येत जातें तसतसा त्याचा मेंदू हलका व क्षीण होत जात असला पाहिजे. हें अनुमान अगदीं खरें असल्याचें अलीकडील शोधांवरून सिद्ध झालें आहे. पण १८२५ सालीं हें अनुमान काढल्यावद्दल फ्रेंच शास्त्रविद्यापीठासारख्या प्रतिष्ठित शास्त्रसंशोधकसंस्थेनें अगदीं अजाणपणानें डेस्मौलिन्सविरुद्ध क्रोध व्यक्त करून त्याला आपले संशोधनविषयक निबंध संस्थेपुढें वाचण्यास मनाई केली. यावरून हें स्पष्ट दिसतें कीं, १९ व्या शतकांतील पहिल्या पादाच्या अन्तापर्यंतहि अतींद्रियज्ञानाच्या जाळ्यांतून मानसशास्त्राची विशेषशी सुटका झालेली नव्हती.

मज्जातंतूंचीं कार्यें.—वरीलप्रमाणें मेंदूसंबंधानें निरीक्षण व संशोधन चालू झालें त्याच सुमारास मेंदू व बाह्य जग यांमध्यें परस्पर संनिवेदन करणारे शरीरांतील जे मज्जातंतू त्यांच्या एकंदर रचनेसंबंधानें माहिती मिळविण्याचे प्रयत्न चालू झाले होते, व त्या प्रयत्नांपासून फलनिष्पत्तीहि बरीच चांगली झाली होती. यासंबंधांतील अगदीं पहिला शोध १८११ मध्यें डॉ. (पुढें सर) चार्लस बेल या सुप्रसिद्ध शास्त्रक्रियाकुशल व प्रयोगनिष्णात इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञ इंग्रजानें लावला. तो शोध असा कीं, पाठीच्या कण्यामध्यें दोन प्रकारचे मज्जातंतू असतात; एक ज्ञानतंतुः हे बाह्य जगापासून इंद्रियद्वारा होणाऱ्या संवेदनांचें ज्ञान मेंदूमध्यें नेऊन पोंहोचविण्याचें काम करतात; व दुसरे प्रेरणातंतुः हे मेंदूपासून इंद्रियांना आपआपलीं कामें करण्यासंबंधीं मिळणारी प्रेरणा उर्फ चालना देण्याचें काम करतात. तावत्कालपर्यंत सर्व मज्जातंतू एकाच प्रकारचें काम करीत असतात अशी समजूत होती, व पाठीच्या कण्यांतील मज्जातंतूंच्या वांटणीसंबंधानें एक कोडेंच होतें. हें कोडें बेलच्या शोधानें सोडविलें व म्हणून हा शोध शास्त्रेतिहासांत नूतनयुगारंभक असा आहे. तथापि हा शोधहि प्रथम कित्येक मान्य करीनात; व कित्येकांनीं त्याकडे दुर्लक्ष केलें. उदाहरणार्थ, सर्व शास्त्रीय संशोधनासंबंधानें अगदीं शेवटचा निकाल देणारें सर्वांत वरिष्ठ कोर्ट जें पॅरिस शहर तेथील तत्कालीन शास्त्रज्ञांनीं या नव्या शोधासंबंधानें साशंक वृत्ति धारण केली, व इतर कित्येकांनीं तर त्याच्याकडे जाणूनबुजून दुर्लक्ष केलें. तथापि १८२३मध्यें त्या वेळचा प्रमुख फ्रेंच इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञ फ्रँकॉय मॅगेंडी यानें आपले मज्जातंतुविषयक प्रयोग चालू असतां बेलच्या नव्या शोधासंबंधानें प्रयोग करून पाहिले, त्यांत बेलचा शोध सर्वस्वीं खरा असल्याचें त्याला आढळून आलें. मध्यंतरीं बेलनें मस्तकांतील मज्जातंतूंचें संशोधन चालविलें होतें त्यांत त्याला आढळून आलें कीं, तेथील मज्जातंतूंचेहि ज्ञानतंतू व प्रेरणातंतू असे दोन प्रकार आहेत. कित्येक स्थळीं हे दोन प्रकारचे तंतू एकांत एक मिळालेले असतात, पण त्यांच्या उगमस्थानापर्यंत गेल्यास ते पूर्ण पृथक् असल्याचें आढळून येतें. याप्रमाणें सर्व शरीरभर दोन प्रकारच्या मज्जातंतूंचें जाळें पसरलेलें असल्याबद्दल बेलची खात्री झाली, आणि त्यानें ही तोंपर्यंत कोणालाहि माहीत नसलेली शारीरशास्त्रांतील नवी व अत्यंत महत्त्वाची माहिती जगापुढें मांडिली. त्यावरून असें ठरलें कीं, बाह्यांगाच्या कोणत्याहि भागाद्वारें झालेली संवेदना मेंदूपर्यंत नेऊन पोंहोंचविण्याचें काम करणारे 'ज्ञानतंतू' नामक मज्जातंतू सर्व शरीरभर अगदीं पृथक्पणें पसरले आहेत; आणि त्यांच्याच बरोबर मेंदूपासून शरीराच्या सर्व भागांना आज्ञा पोंहोंचविणारे 'प्रेरणातंतु' नामक मज्जातंतूहि सर्व शरीरभर पसरले आहेत. दोन मार्गांपैकीं कोणताहि मार्ग कांहीं इजा होऊन बंद झाल्यास त्या त्या प्रकारचें कार्य तारायंत्राची तार तुटावी त्याप्रमाणें बंद पडतें.

बेल व मॅगेंडी यांच्या शोधांच्या सत्यतेला अनेक ठिकाणच्या शास्त्रज्ञांनीं केलेल्या प्रयोगांमुळें पुष्टि मिळाली, व येणेंप्रमाणें दृढ झालेल्या शोधांनीं तत्संलग्न अशा इतर विषयांतील संशोधनास एक प्रकारचें नवें उत्तेजन मिळालें. तथापि वरील शोध लागून पुरीं दहा वर्षें झाल्यानंतर दुसरा महत्त्वाचा शोध लागला. तत्समकालीन विद्वानांमध्यें अत्यंत प्रसिद्ध असलेल्या मार्शल हॉल नामक इंग्रज वैद्यानें प्रतिक्रियात्मक कार्यां (रिफ्लेक्स ॲक्शन) संबंधानें आपले अनुभव प्रसिद्ध केले. १८३२ मध्यें न्यूट नांवाच्या प्राण्यावर त्याचें डोकें तुटलेलें असलेल्या स्थितींत कांहीं प्रयोग करीत असतां त्याला असें आढळून आलें कीं, निर्मस्तक स्थितींतहि

त्या प्राण्याचे अवयव त्याच्या शरीराच्या विवक्षित भागीं स्पर्श केला असतां संकोच पावतात. परंतु अशा प्रकारची प्रतिक्रिया पाठीच्या कण्यांतील त्या अवयवाकडे जाणारे मज्जातंतू तोडून टाकल्यास होऊं शकत नाहीं. यावरून असें सिद्ध झालें कीं, ज्ञान पोंचविणारीं व त्या ज्ञानानुरूप प्रेरणा करणारीं अशीं मज्जातंतूंचीं केंद्रस्थानें पाठीच्या कण्यांतहि असतात. तोंपर्यंत अशीं केंद्रस्थानें मेंदूंतच फक्त असतात असा समज होता. आणखी प्रयोग केल्यावर हॉलला असेंहि आढळून आलें कीं, बुद्धि नष्ट झाल्यानंतरहि मेंदू व पाठीचा कणा यांतील केंद्रस्थानांच्या द्वारा प्रतिक्रियात्मक कार्यें पुष्कळ होऊं शकतात. तात्पर्य, एकंदर शरीरव्यापारांत अशा प्रकारच्या प्रतिक्रियात्मक कार्यांची बरीच महत्त्वाची भर पडत असते. येणेंप्रमाणें मज्जातंतुशास्त्रांत हॉलच्या शोधांनीं बरीच मोठी प्रगति घडवून आणली, ही गोष्ट वरील वर्णनावरून स्पष्ट दिसून येईल.

हॉलनें आपल्या प्रयोगासंबंधानें व अनुमानांसंबंधानें रॉयल सोसायटीपुढें एक निबंध वाचला, त्यांत तो लिहितोः- "एकंदर प्राण्याच्या शरीररचनेंत स्नायूंच्या आकुंचनात्मक क्रिया चार प्रकारच्या असतातः पहिली इच्छात्मकक्रिया, हिचा उद्भव मेंदूंत होत असून तिच्याकडून होणारें कार्य पृष्ठवंशरज्जू व प्रेरणात्मक मज्जातंतू यांच्या द्वारें एकदम घडून येतें. दुसरी श्वासोच्छ्वास क्रिया, ही क्रिया सुद्धां मज्जातंतुरचनेंत पहिल्या क्रियेप्रमाणेंच साधारणपणें होत असते, पण फरक हा कीं तिचा उगम मेंदूंत न होतां मध्यमस्तिष्कामध्यें होत असतो. इच्छात्मक क्रियेप्रमाणें ही क्रियाहि एकदम घडून येते, व पृष्ठवंशरज्जूंतून निघणारी आठवी मज्जातंतूची जोडी तोडली तरीहि ही क्रिया चालू शकते. तिसरी क्रिया अनैच्छिक (इन्व्हॉलंटरी) असून स्नायूंत असणाऱ्या मज्जातंतूंस चेतना दिल्याशिवाय ती होऊं शकत नाहीं. या तिन्ही क्रिया इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनां पूर्णपणें माहीत होत्या; परंतु चवथी क्रिया मात्र त्यांनां माहीत नसावी असें वाटतें. ही चवथी क्रिया ऐच्छिक व श्वासोच्छ्वासात्मक क्रिया बंद पडल्या तरीहि होऊं शकते, किंवा महामस्तिष्क व मध्यमास्तिष्क यांनां छेदिलें असतांना सुद्धां होऊं शकते. मात्र पृष्ठवंशरज्जूशीं हिचा संबंध असल्यामुळें तिच्या अस्तित्वावर ही क्रिया अवलंबून असते. या चवथ्या प्रकारच्या स्नायूंकडून होणाऱ्या क्रियेमध्यें चेतनात्मक कार्य मध्यवर्ती मज्जातंतुयुक्त रचनेंत होत नसून तें दूरवर दुसरीकडेच होत असावें. त्यांची क्रिया एकदम होणारी किंवा सरळ अशी नसते.उलटपक्षीं विशिष्ट प्रकारच्या चेतनेनेंच ती होत असून मज्जातंतुयुक्त अगर मज्जातंतुरहित स्नायूंस चेतना दिल्यास ती होत नाहीं.अन्तस्त्वचायुक्त(मेम्ब्रेनस)भागास ही चेतना प्रथम दिल्यास नंतर ती मध्यमास्तिष्काकडे जाऊन तेथून तिचें प्रतिबिंब दूरवर असणाऱ्या स्नायूंच्या आकुंचनद्वारा दिसून येतें.

"वर वर्णन केलेल्या पहिल्या तीन प्रकारांमध्यें स्नायूंचें आकुंचन स्पष्टपणें होत असल्यामुळें त्या क्रिया दिसून येतात; परंतु प्रतिक्रियात्मक क्रिया सदैव होणारी असल्यानें तिच्या अंगीं असणाऱ्या आकलनशक्तीच्या द्वारेंच ती दिसून येते. उदाहरणार्थ, घशांतील पडदा उघडा राहणें व विशिष्ट कार्य करींत नसतांना कांहीं स्नायू आकुंचित स्थितींत असणें व त्यांचा समतोलपणा राहणें या सर्व गोष्टी स्नायूंतील चवथ्या प्रकारच्या क्रियेमुळें होत असतात. या क्रियेचें इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनां ज्ञान नसावें असें मला वाटतें.

"एका चपल सर्पाचा पृष्ठवंशमज्जातंतू दुसऱ्या व तिसऱ्या मणक्यांच्या दरम्यान मीं तोडला. त्यामुळें सर्पाची चपलता पूर्णपणें नष्ट होऊन त्याचें डोकें थोड्या प्रमाणांत हलणें व श्वासोच्छ्वास होणें याच क्रिया काय त्या चालू होत्या; व असें स्पष्ट दिसूं लागलें कीं, त्याची ही स्थिति बाह्य उपाधींपासून त्याचें संरक्षण केल्यास बराच काळपर्यंत टिकेल. परंतु चेतना दिल्यानंतर त्याचें सर्व अंग पुन्हां हलूं लागलें, व तो हलत असतांना त्याच्या शरीराच्या निरनिराळ्या भागांनां कसला तरी स्पर्श होऊन नवीन नवीन चेतना मिळूं लागली. असें कांहीं काल झाल्यानंतर तो सर्प पुन्हां निश्चल पडला. तदनंतर इतर सर्व बाह्य उपाधींपासून त्याचें रक्षण केल्यामुळें तो ज्या निश्चल स्थितींत पडला होता त्याच स्थितींत मरण पावला.

"हा प्रयोग करीत असतांना थोडीशी सावधगिरी बाळगावी लागली. त्या सर्पाची हालचाल अतिशय सावधगिरीनें एखाद्या कापसासारख्या मऊ पदार्थानें बंद करण्याचा प्रयत्न केल्यास त्याला निश्चल स्थितींत आणण्यास सोपें जात असे. परंतु त्याच्या शरीरास एखादा कठिण पदार्थ लावल्यास मात्र चेतना प्रदीप्त होऊन त्याची हालचाल जोरानें होत असे. ही सर्व क्रिया केवळ संवेदनेमुळें होत नव्हती.कारण संवेदनायुक्त चेतना दिली असून सुद्धां तो सर्प हालचाल करण्याच्या स्थितींत असतांना निश्चल स्थितींत आला."

ह्या निबंधाच्या शेवटीं हॉल लिहितोः "मज्जातंतुरचनेचीं कार्यें हीं प्रतिक्रियात्मक कार्यांच्या अभावीं पूर्ण होऊं शकत नाहींत."

मज्जातंतूंमधून चालणारे प्रवाह व मज्जातंतू यांबद्दल वर जें विवेचन केलें आहे, त्यासंबंधाच्या माहितीचा सर्वत्र प्रसार झाल्यामुळें आणि उत्तम प्रकारचें सूक्ष्मदर्शक यंत्रहि याच सुमारास तयार झाल्यामुळें हे मज्जातंतूंचे धागे कशा प्रकारचे असतात याविषयीं सूक्ष्म माहिती मिळविण्यास अनेक शास्त्रीय संशोधकांनीं सुरुवात केली. आणि सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्यानें होणाऱ्या अनेक प्रकारच्या संशोधनकार्याप्रमाणें या कार्यांतील पुढाकारहि थिओडोर श्वॅननेंच घेतला होता. त्याच्या प्रयत्नांनीं व रेमॅक, पुर्किंजे, हेन्ले, मूलर व इतर अनेक संशोधकांच्या मदतीनें मज्जातंतूंच्या धाग्यासंबंधाच्या गुणधर्मांविषयींचे सर्व गूढ प्रश्न सोडविण्यांत आले. त्यांत

असें आढळून आलें कीं, मज्जातंतु म्हणजे सावयवी जीवांच्या शरीरांतील दोन टोंकें जोडणारा जीवनरसाचा (प्रोटोप्लॅझम) बनलेला बारीक तंतु होय. या तंतूंनीं जोडलेल्या टोंकांपैकीं एक टोंक बहुधा मेंदू किंवा पृष्ठवंशरज्जू यांतील गोलक अथवा पेशी (सेल) हें असतें व दुसरें टोंक बाह्यांगांतील, उदाहरणार्थ एखाद्या स्नायूमधील किंवा त्वचेमधील ज्या बिंदूपासून संवेदना पसरते तो बिंदू हें असतें. अशा या धाग्याभोंवतीं संरक्षणार्थ म्हणून एखादें आवरणहि असतें व त्याला श्वॉनचें आवरण असें नांव पडलें आहे. परंतु हा असला धागाच मूळ मज्जातंतूचें कार्य करणारा मार्ग असतो, आणि असल्या बऱ्याच धाग्यांभोंवतीं आवरण नसतेंहि, असा रेमॅकनें लवकरच शोध लावला. विशेषतः सहानुभूतिक मज्जातंतूंना तर हें असलें आवरण नसतेंच.

मज्जातंतुग्रंथि (गॅंग्लिया) व मज्जातंतू या दोहोंं मिळून झालेली सहानुभूतिविशिष्ट मज्जातंतुरचना ही (सिंपथिटिक सिस्टिम) इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांना बरेच दिवस एक कोडें होऊन बसली होती. यापैकीं मज्जातंतुग्रंथि हें या संस्थेचें केंद्र असावें असें दिसतें आणि या ग्रंथी आकारानें सामान्यतः सूक्ष्म असतात व कधींच फार मोठ्या नसतात, व त्या सामान्यतः सर्व शरीरभर पसरलेल्या असतात. परंतु विशेषतः पृष्ठवंशाच्या बाहेर जी शरीराची पोकळी असते तिच्यामध्यें यांची एक दुहेरी रांग लागलेली असते. हीच रांग अपृष्ठवंश प्राण्यांमध्यें मज्जातंतुरचनेचें कार्य करीत असते. या मज्जातंतुग्रंथीपासून बारीक बारीक धागे निघून त्यांचा मेंदूंतून निघणाऱ्या मज्जातंतूंच्या धाग्याशीं व पृष्ठवंशरज्जूपासून निघणाऱ्या धाग्याशीं संयोग होऊन त्यांच्या बरोबर ते सर्व शरीरभर पसरलेले असतात, असें आढळून आलें होतें. परंतु ते कोणतें विशिष्ट कार्य करतात याबद्दल पुष्कळ लोकांच्या निरनिराळ्या व चुकीच्या या कल्पना बरेच दिवस प्रचलित होत्या अखेरीस १८५१ मध्यें क्लॉड बर्नार्ड या फ्रेंच शास्त्रज्ञानें असें सप्रमाण सिद्ध केलें कीं, या सूक्ष्म सहानुभूतिक तंतूंचें (सिंपथिटिक फायब्रिल) मुख्य कार्य म्हणजे शरीरांतील सूक्ष्म धमन्यांचें संकोचन करून विशिष्ट भागांतील रक्ताच्या पुरवठ्याचें नियमन करणें हें होय. याच्यापूर्वी दहा वर्षें हेन्ले यानें सूक्ष्म धमन्यांमध्यें स्नायुतंतूंचीं लहान लहान वेटोळीं असतात असें सिद्ध केलें होतें. परंतु त्या वेळेपर्यंत या प्रश्नाबद्दल बरीच चर्चा चालू होती; आणि या तंतूंच्या कार्याबद्दल निरनिराळ्या लोकांनीं निरनिराळीं मतें पुढें आणलीं होतीं. अशा लोकांपैकीं वेबरबंधू हे प्रमुख होते. स्टिलिंग यानें १८४० मध्यें व्हेसो–मोटार नर्व्हज् म्हणजे सूक्ष्म धमन्यांचें संकोचनविकसन करणाऱ्या मज्जातंतूंविषयीं विवेचन केलें होतें. बर्नार्ड यानें वरील शोध लावला त्यावेळीं शिफ यानेंहि याच विषयावर कांहीं संशोधन करून लिहिलें होतें. परंतु १८५१ मध्यें बर्नार्डचे प्रयोग प्रसिद्ध होईपर्यंत या विषयाचा स्पष्ट उलगडा झालेला नव्हता. बर्नार्डच्या प्रयोगांनां पुढें ब्रौन-सीकार्ड, वेलर, बज व इतर शास्त्रज्ञांच्या संशोधनांनीं पुष्टि मिळाली व या विषयासंबंधाच्या ज्ञानांत भर पडली; आणि येणेंप्रमाणें शरीरांतील निरनिराळ्या भागांनां जो रक्ताचा पुरवठा होतो त्याचें मज्जातंतूंच्या मार्फत नियंत्रण कसें होतें हें आपणांस समजलें असें इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनां वाटूं लागलें.

परंतु वास्तविक पाहतां या विषयाचा अर्धा भागच त्यांनां समजला होता. ही गोष्ट बर्नार्डनेंच पुढें आणखी केलेल्या संशोधनावरून सिद्ध झाली. बर्नार्डनें पुढें शोध चालवून एक नवीनच व अगदीं अनपेक्षित प्रकारची माहिती पुढें आणली. १८५८मध्यें प्रयोग करीत असतां त्याला असें आढळून आलें कीं, हृदयाला पुरवठा करणारे असे कांहीं मज्जातंतू असतात कीं त्यांनां उत्तेजित केल्यास हृदयाची क्रिया मंदावते व बंद पडते. हृदय हें इंद्रियच स्नायूंच्या एकत्र झालेल्या समुदायाचें बनलेलें असतें अशी वास्तविक स्थिति असल्यामुळें वरील प्रयोगानें एक नवीनच कोडें उत्पन्न झालें. वरील प्रकारचा अनुभव इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनां पूर्वी कधींच आलेला नव्हता. प्रेरणतंतूंच्या मार्फत मिळालेल्या चेतने (इंपल्स) मुळें स्नायूंमध्यें फक्त संकोचन उत्पन्न होतें, अधिक कांहीं होत नाहीं, असा तोंपर्यंतचा समज होता; परंतु बर्नार्डच्या वरील प्रयोगांत याच्या अगदीं विरुद्ध परिणाम झाल्याचें दिसून आलें. सामान्यतः ज्या चेतनेमुळें हृदयाचे स्नायू नुसतें संकोचन पावतात ती चेतनाच या विशिष्ट चेतनेमुळें बंद होत असली पाहिजे हेंच काय तें एक मान्य होण्यासारखें बर्नार्डला आलेल्या अनुभवाचें कारण दिसत होतें. एका चेतनेनें दुसऱ्या चेतनेवर आघात केल्यास त्याचा परिणाम मूळचें चेतनात्मक कार्य बंद पडण्यांत व्हावा हा अगदीं नवा अनुभव होता व त्याचें स्वरूप लक्षांत येणें प्रथम कठिण गेलें. परंतु लवकरच मज्जातंतुविषयक इंद्रियविज्ञानशास्त्रांत ही कल्पना रूढ होऊन बसली; इतकेंच नव्हे तर नंतर असें सिद्ध झालें कीं, वरील प्रयोगांत हृदयक्रिया बंद होण्यासंबंधानें जो अनुभव आला तोच सर्व शरीरांतील मज्जातंतूंमार्फत होणाऱ्या क्रियांमध्यें येतो. बर्नार्डच्या प्रथमच्या शोधांपासून आरंभ होऊन पुढें असा सामान्य सिद्धान्त प्रस्थापित झाला कीं, शरीरांतील एकंदर मज्जातंतूंची रचना प्रमुख मज्जातंतुकेंद्र (नर्व्हसेंटर) व दुय्यम मज्जातंतुकेंद्र यांनीं भरलेली असते; व दुय्यम मज्जातंतुकेंद्रामार्फत होणाऱ्या कार्यावर प्रमुख मज्जातंतुकेंद्रामार्फत होणाऱ्या कार्यांचा ताबा असतो.

हा नियम हृदयाच्या क्रियेस व धमन्यांच्या आकुंचनप्रसरणक्रियेस लागू असतो इतकेंच नव्हे तर ज्या अत्यंत गुंतागुंतीच्या शारीरिक क्रिया होऊन त्याच्या योगानें मानसिक क्रिया होतात त्यांनांहि हाच नियम लागू आहे. येणेंप्रमाणें मज्जातंतूंच्या मार्फत झालेल्या आघातामुळें हृदयाची क्रिया बंद पडते हा अनुभव आल्यापासून मानसशास्त्रीय संशोधनकार्याला एक नवीनच दिशा लागून मनाचे व्यापार

कसे चालतात या विषयाचें ज्ञान पूर्वींच्या अत्यंत चिकित्सक मानसशास्त्रज्ञाला होतें त्याहून पुष्कळ अधिक चांगलें होण्यास सुरुवात झाली.

मनःशरीरसंयोगविज्ञानशास्त्र.—इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनीं मज्जातंतूंच्या कार्यासंबंधानें केलेल्या संशोधनाचा मनासंबंधींचे अनेक प्रश्न सोडविण्याच्या कामीं मोठा महत्त्वाच्या उपयोग झाला. शिवाय याच सुमारास दुसऱ्या कित्येक संशोधकांनीं 'विचारांचा' बालेकिल्ला जें मन त्या इंद्रियाचें स्वरूप जाणून घेण्याकरितां सरळ प्रयत्न सुरू केले. या संशोधकांपैकीं कांहीं सुप्रसिद्ध विद्वान जर्मनींतले होते. या जर्मन विद्वानांपैकीं मुख्य पुढारी अनुभवजन्य शास्त्रीय ज्ञान मिळविण्यांत कुशल असून जन्मतःच अतींद्रियविज्ञानशास्त्रावर विश्वास ठेवणारे होते; व शिवाय त्यांनीं इंद्रियविज्ञानशास्त्र व मानसशास्त्र, तसेंच पदार्थविज्ञानशास्त्र व गणितशास्त्र इतक्या शास्त्रांचें चांगलें अध्ययन केलेलें होतें. अशा या मोठमोठ्या विद्वानांनीं शरीर व मन यांच्यामधील परस्पर संबंधाविषयींचे प्रश्न पदार्थविज्ञानशास्त्राच्या दृष्टीनें सोडविण्याचें काम हातीं घेतलें. वास्तविक मन या इंद्रियाचे व्यापार स्पर्शगोचर नाहींत; पण मनाचे अस्पर्शनीय व्यापारहि शास्त्रज्ञांच्या तराजू व लघुभागमापक यंत्र (व्हर्नियर) यांनीं तपासून पाहण्याचा प्रयत्न सुरू झाला.

या संशोधनविषयांतील प्राथमिक कार्यास आरंभ या शतकाच्या आरंभींच अनेकांकडून पण त्यांत विशेषतः गणितशास्त्राचे नियम लागू करून मानसशास्त्रांतर्गत संशोधन करणाऱ्या हर्बर्ट नामक विद्वानाकडून झाला होता; परंतु या विषयांत लोकांच्या नजरेंत भरण्यासारखी कामगिरी प्रथम १८५१ मध्यें हेल्महोल्ट्झ या निष्णात जर्मन विद्वानानें केली. ती कामगिरी मज्जातंतुमार्गामार्फत होणाऱ्या प्रेरणेची गति मोजण्यासंबंधाची होय. ही गति मोजणें अशक्य आहे; कारण हें प्रेरणेचें कार्य बहुतेक तात्काल निमिषमात्रांत होतें, अशी तोंपर्यंत समजूत होती. परंतु ही समजूत साफ चुकीची असल्याचें व मज्जातंतु ह्या त्या मानानें मंद संदेशवाहक असल्याचें हेल्महोल्ट्झनें ताबडतोब सिद्ध करून दिलें. प्रथम बेडकांवर व नंतर इतरांवर केलेल्या अनेक प्रयोगांवरून त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, मज्जातंतुमार्फत होणारी प्रेरणा एका सेकंदास शंभर फूट या वेगानें जाते. यानंतर स्वतः हेल्महोल्ट्झनें व दुसऱ्या कित्येक अनुयायांनीं व विशेषतः डूबॉयरेमंड यानें केलेल्या प्रयोगांमुळें वरील प्रमाणांत थोडा फार फरक करावा लागला. तथापि प्रथम लागलेल्या शोधांच्या सामान्य स्वरूपांत त्यामुळें मुळींच फरक झाला नाहीं. तात्पर्य, पूर्वी मज्जातंतुप्रेरणा व विद्युत् प्रवाह यांच्यामध्यें साम्य आहे अशी जी समजूत होती, ती चूक आहे असें ठरवून गतीच्या बाबतींत तरी त्या दोहोंमध्यें फार फरक आहे असें दाखविण्यांत आलें. मज्जातंतुप्रेरणेला सर्व मानव शरीरभर म्हणजे पायापासून मेंदूपर्यंत प्रवास करण्यास जितका वेळ लागेल तितक्याच वेळांत विद्युत्प्रवाह पृथ्वीच्या परिघाच्या अर्ध्या लांबीइतका (सुमारें १३००० मैल) प्रवास करूं शकतो असें ठरतें.

शारीरिक व्यापार व मानसिक व्यापार हे परस्पर अगदीं पृथक् व स्वतंत्र आहेत अशी जी परंपरागत समजूत होती ती चुकीची असल्याचें दाखवून त्या दोन्ही व्यापारांचें परस्परावलंबित्व सिद्ध करण्याची प्रवृत्ति शास्त्रज्ञांमध्यें कशी वाढत चालली होती ही गोष्ट हेल्महोल्ट्झनें पुढील दहा वर्षांत ध्वनि व रंग यांच्या संवेदना व त्या उत्पन्न होण्याची भौतिक कारणें यांसंबंधानें जें अत्यंत महत्त्वाचें व अवघड शास्त्रीय संशोधन चालविलें होतें त्यावरून दिसून येते. या संशोधनांत त्यानें, थॉमस यंग या इंद्रियविज्ञान व पदार्थविज्ञान शास्त्रज्ञानें पन्नास वर्षांपूर्वीं रंगांचें ज्ञान करून देणाऱ्या दृक्शक्तीबद्दल जो सिद्धान्त प्रतिपादन केला होता त्याचाच पुरस्कार करण्यास पुन्हां सुरुवात केली. त्याच प्रकारची प्रवृत्ति डॉ. हर्मन लॉटझेनें १८५२ मध्यें प्रसिद्ध केलेल्या वैद्यकीय मानसशास्त्र अथवा मानसेंद्रिय विज्ञान या प्रसिद्ध पुस्तकावरूनहि अधिक स्पष्ट दिसून येऊं लागली. त्या पुस्तकांत, 'चैतन्य शक्ति' (व्हायटल फोर्स) संबंधानें जी कल्पित कथा प्रचलित होती ती खरी असल्याचें सिद्ध करण्यास उघड आव्हानच केलें होतें. तथापि या नव्या प्रवृत्तीची अत्यंत स्पष्टपणें तरफदारी १८६० मध्यें प्रसिद्ध झालेल्या मनःशरीरसंयोगविज्ञानशास्त्र (सायकोफिजिक) नामक स्वतःच्या ग्रंथांत गुस्टॉव्ह फेशनेर यानें केली. पुस्तकाच्या या नांवानें शास्त्रीय शब्दकोशांत एका नव्या शब्दाची भर पडली. फेशनेरनें त्या नांवाचा अर्थ दिला आहे तो येणेंप्रमाणें: 'सायकोफिजिक्स' म्हणजे मन व शरीर यांच्यामधलि आणि सामान्यतः शारीरिक व मानसिक व्यापार यांच्यामधील संबंधाची बरोबर मीमांसा करणारें शास्त्र." हें नांव फार प्रसिद्धि पावलें. आणि त्याबद्दल वादविवादहि पुष्कळ माजले. फेशनेरनें आपल्या ग्रंथांत 'इंद्रियविज्ञानशास्त्रावलंबी मानसशास्त्र' असा शब्दप्रयोग वापरला होता त्याचीहि तशीच स्थिति झाली. तथापि वरील प्रकारचा सुरेख शब्दप्रयोग करून फेशनेरनें एका नव्या शास्त्राची प्राणप्रतिष्ठा केली यांत शंका नाहीं.

वेबरच्या नियमाचें फेशनेरनें केलेलें विवरण.—फेशनेर या जर्मन मानसेंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञाच्या श्रेष्ठ प्रतीच्या उपर्युक्त ग्रंथाचा मुख्य उद्देश इ. एच. वेबर या त्याच्या देशबांधवानें वीसपंचवीस वर्षांपूर्वीं सुरू केलेल्या पद्धतीनें केलेल्या प्रयोगांचें स्पष्टीकरण व सोपपत्तिक प्रतिपादन करणें हा होता. वेबरची पद्धति वास्तविक फार महत्त्वाची होती पण तिजकडे शास्त्रज्ञांचें लक्ष जाणें जरूर होतें तितकें गेलें नव्हतें. ही पद्धत म्हणजे (ध्वनि वगैरे) बाह्य गोष्टींचे निरनिराळ्या प्रमाणांत जे ज्ञानतंतूंवर आघात होतात त्यांचा व त्या आघातांनीं मनावर होणाऱ्या परिणामांचा परस्परसंबंध नक्की कसा असतो त्याचें मोजमाप घेऊन पृथक्करण करणें.

वेबरला आपले प्रयोग करण्याची कल्पना निरनिराळे ध्वनी, वजनें, देखावे यांतील सूक्ष्म फरक जाणण्याची आपल्या इंद्रियांतलि शक्ति, त्या त्या प्रकारच्या संवेदना उत्पन्न करणारीं जीं कारणें त्यांच्या कमीअधिक प्रमाणावर अवलंबून असते हा जो रोजच्या व्यवहारांतला अनुभव त्यावरून सुचली. उदाहरणार्थ, आकाशांतलि तारे रात्रींइतक्याच प्रकाशानें चमकत असले तरी ते दिवसा आपल्या डोळ्यांनां दिसूं शकत नाहींत. घड्याळ्याचा टकटक आवाज सदोदित सारख्या जोराचा असला तरी तो दिवसा आपल्या क्वचितच ध्यानांत येतो, पण रात्रीच्या शांत वेळीं मात्र तोच आवाज सारखा स्पष्ट ऐकूं येतो, इतकेंच नव्हे तर त्रासदायक वाटूं लागतो. आणखी दुसरें उदाहरण म्हणजे एक औंसाचें वजन व दोन औंसांचें वजन हीं दोन्ही उचलून पाहतांच त्यांमधला फरक तेव्हांच स्पष्टपणें लक्षांत येतो; पण पांच पौंडांचें वजन व पांच पौंड अधिक एक औंस इतकें वजन यांतला फरक मात्र तसा लक्षांत येत नाहीं.

या शेवटल्या उदहरणावरून व तशाच प्रकारच्या इतर इंद्रियांच्या अनुभवांवरून वेबरला अगदींच नवीन प्रकारचे प्रयोग करून पाहण्याचीकल्पना सुचली. रोजच्या अनुभवांचा विचार करून पाहतां त्याला स्पष्ट दिसून आलें कीं, दोन पाहावयाच्या गोष्टी, किंवा दोन ऐकावयाच्या गोष्टी किंवा दोन निरनिराळ्या वजनाचे पदार्थ यांची तुलना करून त्या त्या दोन गोष्टींमधील फरक जाणण्याची आपल्या इंद्रियांची जी शक्ति तिला एक मर्यादा असते, आणि वरील वजनांच्या उदाहरणांतल्याप्रमाणें संवेदना उत्पन्न करणाऱ्या कारणांचें प्रमाण ज्या मानानें कमजास्त असेल त्या मानानें आपल्या ह्या तुलनात्मक ज्ञानशक्तीचें प्रमाण बदलत असतें.

हा जो सामान्य व्यवहारांत अनुभव येत असतो त्याला सर्वसाधारण असा कांहीं नियम असतो किंवा नाहीं हें शोधून काढण्याचा वेबरनें निश्चय केला. दोन निरनिराळ्या संवेदना होण्यास संवेदनाप्रेरक कारणांत कमींतकमी किती फरक असावा लागतो हें ठरविण्याकरितां त्यानें अनेक निरनिराळ्या प्रकारचे प्रयोग करून पाहिले. प्रथम सर्वांत सोपा वजनांसंबंधाचा प्रश्न हातीं घेऊन प्रयोग करण्यास त्यानें सुरुवात केली. ते प्रयोग असेः दोन हातांत प्रथम एक एक वजन घेऊन त्यांपैकीं एका वजनाला एक एक गुंज वजनाची अधिकाधिक भर घालावयाची. अशी सुरुवात केल्यावर प्रथम दोहोंत कांहीं फरक झाल्याचें ज्ञान होत नाहीं, पण कांहीं वेळानें एक गुंज अधिक पडतांच एकदम हाताला फरक कळूं लागतो. हा असा फरक कळूं लागण्याकरितां एकंदर किती गुंजा अधिक टाकाव्या लागतात तें मोजून पाहिलें म्हणजे एक तोळा वजनांच्या बाबतींत एका बाजूला कमींत कमी किती गुंजा अधिक घातल्यानें दोहोंतला फरक कळूं लागतो हें प्रमाण ठरतें.

नंतर तोच प्रयोग पुढें चालू ठेवून वजनें मात्र निरनिराळीं घ्यावयाचीं. उदाहरणार्थ, दोन दोन शेरांचीं दोन वजनें घेतल्यास त्यांत गुंजांनीं भर न घालतां तोळ्यांनीं भर घालावी. याचें कारण नुसत्या गुंजांच्या भरीनें फरक लक्षांत येत नाहीं. अशा रीतीनें तोळ्यांची भर घालतां घालतां अखेर एक तोळा अधिक घालतांच एकदम दोन वजनांतला फरक हाताला कळूं लागतो. याप्रमाणें अनेक निरनिराळ्या प्रमाणांचीं वजनें घेऊन प्रयोग करून पाहावयाचें. याप्रमाणें प्रयोग करून पाहून वेबरनें पुढील चमत्कारिक शोध लावला. त्याला स्वतःच्या प्रयोगांत हें तर आढळून आलेंच कीं, वजनांची जोडी तीच असल्यास म्हणजे उदाहरणार्थ, दोन शेर वजन असल्यास (पदार्थ कोणतेहि असोत) फरक कळूं लागण्याकरितां लागणारें वजन बहुतेक ठरीव असतें; पण शिवाय निरनिराळ्या भारांचीं वजनें घेतलीं तरी त्या त्या जोड्यांतला फरक दर्शविणाऱ्या संवेदनाप्रेरकांमध्यें एक विशिष्ट ठराविक संबंध असतो. म्हणजे जर एकएक तोळ्याचीं वजनें घेतलीं तर एका तोळ्याचा एक पन्नासांश इतकें वजन अधिक पडतांच फरक कळूं लागतो, तर दोनदोन शेरांच्या वजनांतील फरक कळण्यास दोन शेरांचा एक पन्नासांश इतकें वजन लागतें; आणि सर्व निरनिराळ्या भारांच्या वजनांच्या जोड्यांनां हाच नियम लागतो. याप्रमाणें वजन कितीहि भारांचें असो, संवेदनाप्रेरक होणाऱ्या कमींतकमी वजनामध्यें एक ठराविक गणिती प्रमाण असतें.

दृक्संवेदना व श्रुतिसंवेदना यांच्या बाबतींतहि फरक दर्शविणाऱ्या संवेदनाप्रेरकांसंबंधानें वरील प्रकारचाच अनुभव येतो, असें वेबरला आढळून आलें. भेददर्शक संवेदनाप्रेरकांमध्यें एक ठराविक प्रमाण असतें असें ऐकावयाच्या व पाहावयाच्या गोष्टींतहि दिसून आलें. याप्रमाणें जो नियम शोधून काढावयाचा होता तो वेबरला सांपडला.

हे वेबरनें लावलेले शोध निश्चित स्वरूपाचे होते व विशेष लक्षांत घेण्यासारखेहि होते; पण त्यांच्याकडे शास्त्रज्ञांचें जावें तसें लक्ष गेलें नव्हतें. अखेर फेशनेरनें ते शोध पुनरुद्धृत करून व त्यांत आणखी स्वतःच्या शोधांची भर घालून आपल्या मानसेंद्रियविज्ञानशास्त्र नामक सुप्रसिद्ध ग्रंथाच्या द्वारें ते जगापुढें मांडले. तेव्हां शास्त्रज्ञांचें तिकडे लक्ष वेधलें व त्याबरोबर त्यांच्या खरेखोटेपणाबद्दल एकदम मोठें रणहि माजलें. फेशनेरनें मूळचे वेबरचे प्रयोग पुन्हां करून तपासून पाहिले होते (त्यांत त्याला थोडासा फरक आढळून आला होता परंतु प्रस्तुत विवेचनांत त्याचें फारसें महत्त्व नाहीं) इतकेंच नव्हे तर तसल्या प्रकारचे प्रयोग करण्याच्या निरनिराळ्या नव्या रीतीहि शोधून काढल्या होत्या; व शिवाय हा एकंदर प्रश्न त्यानें गणितशास्त्राच्या पद्धतीनें सोडविला होता. वेबरनें लावलेला शोध हाच मानसेंद्रियविज्ञानशास्त्राचा मूलभूत नियम होय असें त्यानें सदरहू ग्रंथांत

जाहीर सांगितलें; आणि वेबरचा सन्मान करण्याकरितां त्याला वेबरचा नियम असें नांव दिलें. तो नियम त्यानें चांगल्या शास्त्रीय परिभाषेत बसविला व त्याला गणितशास्त्रांतील सिद्धान्ताचें स्वरूपहि दिलें; व अशा प्रकारें त्या शोधाला त्यानें सज्ज करून मानसशास्त्रीय विद्वानांशीं सामना देण्यास जगांत सोडून दिलें. त्याबरोबर विद्वानांत चांगलीच खळबळ उडून गेली. कारण चिरकाल मान्य होऊन बसलेल्या अतींद्रिय विज्ञानशास्त्राच्या भक्कम किल्लेकोटावर नूतन मानसशास्त्रानें मोठ्या जाहीरपणानें छापील ग्रंथाच्या रूपानें चढविलेला हा पहिलाच हल्ला होता. सूक्ष्मदर्शक यंत्रज्ञांनीं व मज्जातंतुविज्ञानशास्त्रज्ञांनीं लावलेले शोध नूतन मानसशास्त्र व पुरातन अतींद्रियविज्ञानशास्त्र यांमधील युद्धांत प्रास्ताविक किंवा किरकोळ चकमकींच्या स्वरूपाचे होते, त्यांचा निश्चित परिणाम झालेला नव्हता. मनःप्रदेशाबद्दलची माहिती स्पर्शज्ञेय व इंद्रियगम्य आहे अशी तोंपर्यंत कोणाचीच कल्पना नव्हती. मनाचें क्षेत्र अत्यंत पवित्र मानण्यांत येत असे; परंतु आतां उपर्युक्त मूर्तिभंजकांच्या नव्या चळवळीनें मनःक्षेत्रांतल्या अत्यंत पवित्र ठिकाणावरच हल्ला चढविण्याचा बेत केला.

इंद्रियविज्ञानशास्त्रान्तर्गत मानसशास्त्र.--- फेशनेरच्या ग्रंथानें रणशिंग फुंकलें नाहीं तोंच आणखी एका नव्या हालचालीस सुरवात झाली. तो ग्रंथ छापून चुकताच बाहेर पडला होता त्या सुमारास मनाच्या परिचित व्यापारांची माहिती मिळविण्याचे प्रयत्न दुसऱ्या प्रकारच्या पद्धतींनीं सुरू झाले. हेल्महोल्ट्झनें मज्जातंतुमार्गाच्या मार्फत होणाऱ्या प्रेरणा किती वेगानें होतात तें ठरविलें होतें; आतां मज्जातंतुरचनेंतील केंद्रस्थानांनां ज्ञानात्मक संवेदना पोहोंचून तेथून उलट प्रणात्मक संवेदना होण्यास किती वेळ लागतो हे ठरविण्याचे प्रयत्न इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांनां अनेक ठिकाणीं सुरू केले. हे प्रयत्न म्हणजे मनाच्या अगदीं उंबरठ्यांत पाऊल टाकण्याप्रमाणें होते. अशा प्रकारचा पहिला प्रयत्न प्रोफेसर डॉंडर्सनें १८६१ मध्यें केला. परंतु यासंबंधानें निश्चित स्वरूपाचे शोध अनेक संशोधकांनीं अनेक वर्षें प्रयोग करून पाहिल्यानंतर लागले. या संशोधकांचा नायक, या चळवळीच्या अग्रभागीं असणारा व त्या शतकांतल्या अवशेषकालांत पुढारी म्हणून मानला जाणारा लीपझिग येथील विद्वान् डॉ. विलहेल्म वुंड्ट् हा होता.

सदरहू संशोधकांनीं हातीं घेतलेलें कार्य सोपें नव्हतें, तरीहि अखेर तें पार पाडण्यांत आलें. मज्जाजालांतील केंद्रभागांनां आपलीं कार्यें करण्यास लागणारा वेळ मोजतां येण्यासारखा असतो, इतकेंच नव्हे तर हा वेळ कमिअधिक लागण्याचीं कारणें कोणतीं, हेंहि त्यांनीं शोधून काढलें. उदाहरणार्थ, निरनिराळ्या माणसांमध्यें हीं मज्जातंतुकेंद्रांचीं कामें निरनिराळ्या वेगांनीं होत असतात असें त्यांनां आढळून आलें. यामुळें अर्ध्या शतकापूर्वी ज्योतिषशास्त्रज्ञ बेसेल यानें ज्याचा "वैयक्तिक समीकरण" (पर्सनल इक्वेशन) म्हणून उल्लेख केला होता त्याचाहि उलगडा झाला. शिवाय असा शोध लागला कीं, एका माणसामध्यें पण निरनिराळ्या परिस्थितींत या संवेदनकार्यांची गति निरनिराळी होत असते. उदाहरणार्थ, मनुष्य थकला भागलेला असल्यास ही गति मंद होते, किंवा मेंदूला कांहीं विशिष्ट प्रकारचे रोग झालेले असतांनाहि मंद होते. या शोधांतले तपशीलाचे भाग सोडून देऊन पाहूं लागल्यास एक महत्त्वाची गोष्ट निदर्शनास येते आणि तीहि प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं ठरलेल्या सिद्धांतांच्या स्वरूपांत निदर्शनास येते. ती ही कीं, इंद्रियजन्य ज्ञान (सेन्सेशन) निरीक्षण (परसेप्शन) आणि प्रेरक इच्छा (व्हॉलिशन), हे तिन्ही बौद्धिक व्यापार अनन्यथाकरणीय रीतीनें मध्यवर्ती मज्जातंतूंच्या हालचालींशीं संबद्ध असतात. आणि या हालचालींनां इतर सर्व भौतिक व्यापारांप्रमाणें कालमर्यादा लागत असते. जुन्या परंपरेंतले मानसशास्त्रज्ञ मनोव्यापारांबद्दल विचार करतांना मनुष्याच्या डोक्याकडे (मेंदूकडे) टांचांइतकेंच दुर्लक्ष करीत असत. मेंदूंचा व मानसिक व्यापारांचा कांहीं परस्पर संबंध आहे, असें ते मुळींच मानीत नसत; अशा पुराणमतवादी मानसशास्त्रज्ञांमध्यें, वर सांगितल्याप्रमाणें शरीर व मन यांच्यामध्यें निकट संबंध असल्याचें सिद्ध केलेलें पाहून, साहजिक फार अस्वस्थता उत्पन्न झाली. परंतु प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं सिद्ध झालेल्या गोष्टी मान्य करण्यावांचून त्यांस गत्यन्तर नव्हतें, मग त्या गोष्टींवरून अनुमानें कांहींहि निघोत.

शिवाय ही नवी चळवळ फक्त जर्मनींतच चालू होती असें नाहीं. तिचे पुरस्कर्ते इतर देशांतहि बऱ्याच कालापासून दिसूं लागले होते. उदाहरणार्थ, इंग्लंडमध्यें पूर्ण एक शतकापूर्वीच डॉ. हार्टले यानें मन आणि मेंदू यांचा अगदीं निकट व अभेद्य असा संबंध आहे असा सिद्धान्त केला होता आणि दुसरा साहचर्यविषयींचा सुप्रसिद्ध कम्पनसिद्धान्त (व्हायब्रेशन थिअरी ऑफ असोसिएशन) केला होता. या दुसऱ्या सिद्धांताचा अद्यापहि नीट विचार व्हावयास पाहिजे. याशिवाय फ्रान्समध्यें डॉ. कॅबॅनिस यानें या शतकाच्या आरंभास जरा ओबडधोबड भाषेंत पण स्पष्टपणें असा सिद्धान्त मांडला होता कीं, ज्याप्रमाणें पचनेंद्रिय अन्न पचवितें आणि पित्ताशय पित्त उत्पन्न करतें, त्याप्रमाणें मेंदू इंद्रियद्वारां होणारे संस्कार आत्मसात करून घेतो व त्यांपासून विचार उत्पन्न करतो. हर्बर्ट स्पेन्सरचें 'मानसशास्त्राचीं मूलतत्त्वें' हें पुस्तक फेशनेरचें पुस्तक बाहेर पडण्यापूर्वी अर्ध दशक म्हणजे १८५५ सालीं प्रसिद्ध झालें होतें; व त्यांत मन व शरीर यांचा परस्पर निकट संबंध असल्याचें प्रतिपादिलें होतें. आणि अत्यंत महत्त्वाचा विकासतत्त्वासंबंधाचा सिद्धान्तहि पुढें मांडला होता. परंतु हे सर्व प्रयत्न उद्बोधक असले तरी केवळ तात्त्विक स्वरूपाचे होते, त्यांनां प्रत्यक्ष प्रयोगासिद्ध ज्ञानाची योग्यता

नव्हती. म्हणून या विषयासंबंधानें म्हणजे मनाच्या व्यापारांनां भौतिक शास्त्रांतले नियम लावून त्यांचें प्रयोगद्वारां ज्ञान मिळविण्याचे प्रयत्न मुख्यतः जर्मनींतच झाले असें म्हणणें योग्य होय. वुंड्टच्या ' इंद्रियविज्ञानशास्त्रान्तर्गत मानसशास्त्र ' या पुस्तकाच्या द्वारा या नव्या चळवळीला मूर्तस्वरूप मिळालें. या पुस्तकांत कर्त्यांनें आरंभीं मज्जातंतुरचनेबद्दलची शारीरशास्त्रविषयक पूर्ण सविस्तर माहिती दिली होती. हें पुस्तक १८७४ मध्यें प्रसिद्ध झालें. व त्यानंतर चार वर्षांनीं लीपझिग युनिव्हर्सिटीला जोडून इंद्रियविज्ञानशास्त्रान्तर्गत मानसशास्त्र या शास्त्राचें संशोधन करण्याकरितां एक स्वतंत्र प्रयोगशाला सुरू करण्यांत आली. आणि अशा रीतीनें या नूतन मानसशास्त्राचा पाया भक्कम घालण्यांत आला. तेव्हां अर्थात् अधिकारी लोकांनां या शास्त्राला मान्यता देणें भागच पडलें. त्यापुढें या शास्त्राला जगामध्यें सर्वत्र मान्यता मिळणें हा फक्त कालावधीचा प्रश्न उरला.

तथापि येथें आणखी हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं, या मनरूपी क्षेत्राचें शुद्ध प्रयोगद्वारा परीक्षण करण्याचा आणखीहि एक मार्ग आहे; त्याचा अलीकडे बराच अवलंब करण्यांत आलेला आहे. आणि त्याचा मूळ आरंभ निराळ्याच ठिकाणीं झाला. हा मार्ग म्हणजे मूर्च्छनाशास्त्रांतील (हिप्नाटिझम) क्रियांचें शास्त्रीय दृष्ट्या विवेचन करणें हा होय. मूर्च्छनाशास्त्र हा विषय अडाणी वैदूंच्या हातीं होता; तो नंतर त्यांच्याकडून काढून घेऊन त्याला चांगलें शास्त्रीय नांव देण्यांत आलें; आणि १८४१च्या सुमारास मँचेस्टर येथील रहिवाशी डॉ. जेम्स ब्रेड यानें या विषयाचें बरोबर शास्त्रीय पद्धतीनें संशोधन करण्यास सुरुवात केली. त्याच्या शोधांकडे कांहीं वेळ लोकांचें लक्ष गेलें, पण लवकरच ते शोध मागें पडले. त्यानंतर मधून मधून त्या विषयाकडे कांहींजणांचें लक्ष जात होतें. पण १८७८ पर्यंत या विषयाकडे शास्त्रीय जगाचें चांगलेंसें लक्ष गेलें नव्हतें. त्या सालीं डॉ. चार्कोटनें पॅरिसमध्यें साल्पीट्रीयर नामक ठिकाणीं तो विषय पुन्हां हातीं घेतला. त्याच्यानंतर लवकरच ब्रेसले येथील रुडॉल्फ हीडेनहैननें तद्विषयक संशोधन सुरू केलें. आणि त्याच्यामागून पुष्कळच जणांनीं त्यासंबंधानें प्रयोग आरंभिले. मनाच्या निरनिराळ्या अवस्थांचा अभ्यास करणें किती उपयुक्त आहे हेंहि लवकरच दिसून आलें. पूर्वी ब्रेडनें प्रयोग केले होते तेच बहुतेक पुन्हां करून पाहण्यांत आले. आणि त्यानें ठरविलेले सिद्धांत सर्व साधारणपणें बरोबर असल्याचें मान्य करण्यांत आलें. मूर्च्छनाव्यापार किंवा कृत्रिम निद्राव्यापार हे कोणत्याहि अतींद्रिय शक्तीच्या किंवा गूढ विद्येच्या साह्यानें होत नसून ते सर्वस्वी मानवी सामर्थ्यानें करून घेण्यासारखे असतात, असा जो ब्रेडनें सिद्धान्त ठरविला होता तो लवकरच सर्वमान्य झाला. तसेंच मूर्च्छनावस्थेंतील पहिली स्थिति मज्जातंतुकेंद्र अत्यंत उत्तेजित केल्यानें श्रांत होऊन थकल्यामुळें उत्पन्न होते अशी जी त्याची समजूत होती ती खोटी असल्याचें कोणीं ठरविलें नाहीं. मात्र अर्धजागृत मनःस्थितीसंबंधानें (सबकॉन्शस मेंटॅलिटी) सामान्यतः जी नवी नवी माहिती उपलब्ध होत होती तिच्या साह्यानें ब्रेडच्या कल्पनेच्या जोडीला नवीन नवीन कल्पना निघत होत्या. तसेंच मध्यवर्ती मज्जातंतुयंत्रांत एका मज्जातंतुकेंद्राचा दुसऱ्या मज्जातंतुकेंद्रावर जो क्रियाप्रतिबंधक असा परिणाम होत असतो त्यासंबंधाच्या वाढत्या ज्ञानानें आणखी कारणें पुढें येऊं लागलीं आहेत व ब्रेडच्या सिद्धान्तांत भर पडत आहे.

मेंदू हेंच मनाचें इंद्रिय होय.—नूतन मानसशास्त्रज्ञांच्या व विकृतेंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञांच्या शोधांमुळें मन व शरीर यांच्यामधील परस्परसंबंध चांगला ठळकपणें निदर्शनास येऊं लागला होता. तथापि या बाबतींत मस्तिष्कविज्ञानशास्त्रज्ञांनीं (ब्रेनाफिझिऑलॉजिस्ट) केलेलें कार्य अधिक स्पष्ट व उपयुक्त होतें. या शास्त्रज्ञांपैकीं प्रमुख, ज्याला कधीं कधीं " मस्तिष्कविज्ञानशास्त्रज्ञांचा जनक " असें म्हटलेलें आहे, तो या शतकाच्या मध्यकालांत पॅरीसमधील ' जार्डिन डेस प्लान्टस ' या बगीच्यांतील मेरी जीन पेरी फ्लॉरेन्स हा होय. हा मॅगेंडीचा शिष्य असून नंतर त्यानें स्वतःहि गुरूच्या लौकिकाला शोभेल असें संशोधनकार्य केलें. त्यानें आपले मज्जातंतुविषयक प्रयोग या शतकाच्या प्रथम पादांतच सुरू केले होते, परंतु त्याचे प्रत्यक्ष मेंदूसंबंधाचे प्रयोग १८४२ पर्यंत पुरे झाले नव्हते. याच सुमारास मस्तकशास्त्रासंबंधाचा जुनाच वाद पुन्हां उत्पन्न झाला होता. आणि फ्लॉरेन्सच्या प्रयोगांचा उद्देश अंशतः तरी याच त्रासदायक विषयाचें अगदीं शास्त्रीय रीत्या संशोधन करण्याचा होता.

हे प्रयोग चालू असतां फ्लॉरेन्सला असें आढळून आलें कीं, मेंदूचा पृष्ठवंशरज्जूशीं संबंध जोडणारा जो मध्यमस्तिष्क अथवा मध्यमेंदू (मेडयूला ऑब्लांगेटा) त्याच्यामध्यें एक लहानसा मज्जातंतुकेंद्र असतो, त्या मज्जातंतुकेंद्राला कोणत्याहि प्राण्यावर शस्त्रक्रिया करीत असतांना यत्किंचित् जरी इजा झाली तरी तो प्राणी तात्काल मरण पावतो. स्पॅनिश लोकांतील फांशी देण्याच्या पद्धतींत गळफांसाला असलेली सुई फांशी द्यावयाच्या माणसाच्या याच मज्जातंतुकेंद्रास इजा करीत असे व त्यांचा प्राण घेत असे. तसेंच सर्व प्रकारच्या फांशी देण्याच्या पद्धतींतहि याच मज्जातंतुकेंद्राचा नाश झाल्यामुळें माणसाचा प्राण जात असतो. फ्लॉरेन्सनें या भागाला " चैतन्यग्रंथि " (व्हायटल नॉट) असें नांव दिलें होतें. या भागाला जीविताच्या दृष्टीनें इतकें महत्त्व असण्याचें कारण आज समजून आलें आहे व तें असें कीं, हृदयाला चैतन्याचा पुरवठा करणारा मज्जातंतुकेंद्र हाच होय; परंतु फ्लॉरेन्सच्या काळांत ही साधी गोष्ट लक्षांत आली नव्हती, व म्हणूनच हा भाग म्हणजेच एक ' जीवभकेंद्र ' (लाइफसेंटर) आहे ही समजूत लवकर नाहींशी झाली नाहीं.

फ्लॉरेन्सनें केलेल्या आणखी प्रयोगांवरून हें सिद्ध झालें कीं, स्नायूकडून काय करून घेणारें जे मज्जातंतुकेंद्र त्याचें उगमस्थान लघुमस्तिष्क (मेंदूच्या दोन भागांपैकीं धाकटा भाग) होय, आणि उच्च प्रतीच्या बौद्धिक गुणांचें मूलस्थान महामस्तिष्क होय. परंतु याच्या पुढील पायरी म्हणजे मेंदूचा विशिष्ट भाग विशिष्ट बौद्धिक गुणाचें किंवा मनोविकाराचें स्थान असतो, हा जो मस्तकशास्त्रज्ञांचा सिद्धांत तो मात्र प्रयोगद्वारा सिद्ध होईना. अमुक भाग अमक्या गुणाचें म्हणजे स्मरणशक्ति, कल्पनाशक्ति, किंवा विवेकशक्ति हिचें स्थान नाहीं अशा तऱ्हेचे नकारार्थी सिद्धांत महामस्तिष्काच्या निरनिराळ्या भागांवर क्षोभजनक प्रयोग करून पाहून ठरविण्यांत आले; आणि अखेर फ्लॉरेन्सला असा निर्णय करणें भाग पडलें कीं, मेंदूचा महामस्तिष्क हाच भाग निःसंशय उच्च प्रतीच्या बौद्धिक व्यापाराचें स्थान आहे हें खरें असलें तरी प्रत्येक बौद्धिक व्यापार एकंदर मेंदूच्या सहाय्यानें होत असतो; आणि म्हणून विशिष्ट व्यापार विशिष्ट भागामार्फत होतो हा मस्तकशास्त्राचा सिद्धांत बरोबर नाहीं.

मेंदूतील कार्यविषयक स्थानभिन्नत्वासंबंधीं शोध.–तथापि फ्लॉरेन्सच्या या शोधांचें दुहेरी महत्त्व होतें, हें लक्षांत येईल. त्या शोधांनीं, महामस्तिष्काचे निरनिराळे भाग निरनिराळीं कार्यें करतात हा सिद्धांत नाकबूल केला खरा, पण त्यांनीं हें सिद्ध केलें कीं, मज्जातंतूंमार्फत होणारीं कार्यें मेंदूच्या दुसऱ्या म्हणजे लघुमस्तिष्क नामक भागांत होतात. त्यामुळें एकंदरीनें पाहतां मेंदूमध्यें कार्यविषयक स्थानभिन्नत्वाचें तत्त्व त्या शोधांनीं स्पष्टपणें मान्य केल्यासारखें झालें, व त्यामुळें स्थानभिन्नत्वाच्या तत्त्वाचा आग्रह धरणाऱ्या पक्षाचा विजय झाला. महामस्तिष्कांतील विशिष्ट गुणांच्या विशिष्ट स्थानांबद्दलचा पुरावा फक्त नकारार्थी म्हणजे तें तत्त्व सिद्ध होत नाहीं एवढेंच सिद्ध करणारा होता. त्यामुळें स्थानभिन्नत्वाचें तत्त्व खोटें आहे असें साफ सिद्ध झालें नाहीं; असें म्हणणारा एखादा मस्तकशास्त्राभिमानी मधून मधून निघत असे. उदाहरणार्थ, मेनर्ट नामक जर्मन शारीरशास्त्रज्ञानें मज्जातंतूंच्या मार्फत महामस्तिष्कांत होणाऱ्या परिणामांचा अभ्यास करून असें मत प्रदर्शित केलें कीं, महामस्तिष्काच्या पुढील भागाकडूनच बहुतेक सर्व प्रेरणात्मक कार्यें होत असतात. आणि मागील भागांत संवेदनात्मक कार्यें होतात. इंग्लंडमध्यें डॉ. ह्यूलिंग्ज-जॅक्सन यानें अपस्मार रोगासंबंधानें चिकित्सात्मक शोध करून जवळ जवळ वरच्याप्रमाणेंच मत दिलें होतें. तथापि १८६१ पर्यंत या विषयावर निर्णायक असा पुरावा पुढें आला नव्हता. त्या सालीं पॅरिस येथील अकेडमी ऑफ मेडिसिन (औषधिविज्ञानाचें विद्यापीठ) पुढें डॉ. पॉल ब्रोका यानें मेंदूला जखम झालेल्या एका रोग्याची हकीकत मांडली, व त्या रोग्याच्या चिकित्सेमुळें महामस्तिष्कांतील कार्यस्थानभिन्नत्वाचा प्रश्न सोडविण्यास उत्तम मदत होईल असें त्याचें मत होतें.

ही हकीकत बिसीटर येथील एका रोग्यासंबंधाची होती. या रोग्याची वाचाशक्ति वीस वर्षें नष्ट झालेली होती, व त्याचें कारण त्याची शब्दांची स्मरणशक्तीच नाहींशी झालेली होती हें होतें. हा रोगी १८६१ मध्यें मरण पावला; त्यावेळीं त्याच्या मृत देहाचें परीक्षणार्थ व्यवच्छेदन करण्यांत आलें; त्यांत असें दिसून आलें कीं, त्याच्या महामस्तिष्काच्या डावीकडील पुढल्या भागाची एक वळी रोगामुळें नाश पावली होती, बाकीचा मेंदूचा भाग मात्र पूर्णपणें शाबूत होता. त्यावरून ब्रोकाला असें निश्चयात्मक वाटूं लागलें कीं, शब्दविषयक स्मरणशक्ति ही मेंदूच्या एका विशिष्ट भागांतच राहत असते असें वरील रोग्याच्या उदाहरणावरून ठरतें. शिवाय पुढें असेंहि दिसून आलें कीं, वरच्यासारखीं दुसरींहि कित्येक उदाहरणें पूर्वी आढळलेलीं होतीं. बऱ्याच वर्षांपूर्वी १८२५ मध्यें डॉ. बॉइलार्डनें रोगचिकित्साविषयक अभ्यास करीत असतां शब्दोच्चार करविणारी शक्ति मेंदूच्या पुढील भागांतील एका विशिष्ट भागांत असते असें ठरविलें होतें. त्याशिवाय इतर कित्येक संशोधकांनींहि निरनिराळ्या बौद्धिक व्यापारांचीं विशिष्ट स्थानें असल्याचें ठरविलें होतें. बॉइलार्डनेंहि स्वतः याच विषयाचें अधिक संशोधन नेटानें चालविलें होतें. पण त्याच्या शोधाकडे लक्ष देण्याची जगाची त्या वेळीं तयारी नव्हती. परंतु आतां ब्रोकानें आपलीं मतें जाहीर करतांच अर्ध्या दशकाच्या आंत या विषयासंबंधाची लोकांची उत्सुकता एकदम कमाल वाढली; आणि ब्रोका, बॉइलार्ड आणि दुसरे कित्येक संशोधक यांच्या संशोधनांनीं असें सिद्ध झालें कीं, महामस्तिष्काच्या डाव्या बाजूकडील अर्ध्या भागांतल्या पुढील खंडाच्या तिसऱ्या वळीमध्यें वाणीनें उच्चारावयाच्या शब्दांचें स्मरण ठेवावयाची शक्ति असते. मेंदूच्या या भागाला तेव्हांपासून इंग्रजी भाषेमध्यें ब्रोकाची वळी असें नांव पडलेलें आहे; परंतु आश्चर्य हें आहे कीं, ब्रोकाचे देशबांधव मात्र हें नांव मान्य करण्यास फारसे उत्सुक नव्हते.

या ब्रोकाच्या शोधामुळें मेंदूमधील स्थाननिश्चयासंबंधाचा प्रश्न साहजिकपणें विद्वांनांनीं पुन्हां हातीं घेतला. या एका शोधावरून दुसरें अनुमान सहजच निघालें कीं, इतर बौद्धिक शक्तींचींहि मेंदूमध्यें अशींच ठराविक स्थानें असलीं पाहिजेत. हीं स्थानें शोधून काढण्याकरितां निरनिराळ्या संशोधकांनीं ताबडतोब सुरुवातहि केली. १८६७ मध्यें एकहार्डनें मागील शतकांत हेलर व झिन यांनीं केलेलाच प्रयोग पुन्हां करण्याकरितां प्राण्याच्या मेंदूचा कांहीं पृष्ठभाग काढून टाकला व त्यामुळें आचके बसूं लागतात असें त्याच्या निदर्शनास आलें. परंतु या बाबतींत खरा महत्त्वाचा नवा शोध १८७० मध्यें फ्रिश व हिटझिग या दोन जर्मन संशोधकांनीं लावला. त्यांनीं प्राण्याच्या मेंदूच्या पृष्ठभागाचे विशिष्ट भाग गॅल्व्हानिक विद्युत्प्रवाहांनीं उत्तेजित करून पाहिले व त्यामुळें शरीरांतील विरुद्ध बाजूचे विशिष्ट स्नायू संकोच पावतात

असें त्यांनां आढळून आलें. या अत्यंत महत्त्वाच्या प्रयोगावर प्रथम कोणाचा विश्वासच बसेना; तथापि तेच व तसलेच आणखी प्रयोग १८७३ मध्यें लंडन येथील डॉ. डेव्हिड फेरियरनें पुन्हां करून पाहिले; व त्यानंतर फ्रान्समधील फ्रँक व पीटर्स, जर्मनींतील मंक व गोल्ट्झ आणि इंग्लंडमधील हॉर्सले व शेफर यांनीं व इतर प्रत्येक देशांतल्या संशोधकांनीं स्वतंत्रपणें असलेच प्रयोग करून पाहण्यास सुरुवात केली. प्रथम या सर्व संशोधकांच्या शोधांत व सिद्धान्तांत एकवाक्यता फारशी नव्हती. गोल्ट्झसारख्या कित्येकांनीं तर इतरांचे सिद्धान्त सर्वस्वीं चूक आहेत असेंच प्रतिपादन करण्यास सुरुवात केली. तथापि अनेकांच्या अनेक प्रयोगांमुळें एवढी गोष्ट मात्र निश्चित ठरली कीं, फ्रिटश व हिट्झिग, यांनीं ठरविलेल्या सामान्य गोष्टी एकंदरीनें निःसंशय खऱ्या आहेत. मात्र त्यांत एवढें दिसून आलें कीं, पूर्वीच्या संशोधकांनीं प्रत्येक प्रेरणात्मक कार्याचें महामस्तिष्कांत स्वतंत्र स्थान असतें असें जें मत ठरविलें होतें तें निरपवाद खरें मानणें बरोबर नाहीं; कारण मेंदूतला विशिष्ट कार्य करणारा भाग नष्ट होऊन तें कार्य बंद पडलें तरी कांहीं दिवसांनीं तें कार्य पुन्हां हळू हळू होऊं लागतें. म्हणजे इतर भागांत नष्ट झालेल्या भागाचें कार्य करण्याची शक्ति येते असें दिसून आलें. तथापि एका भागाचें कार्य दुसऱ्यांनीं भागवावयाचें या शक्तीला सुद्धां मर्यादा असते; आणि अशा तऱ्हेच्या मर्यादित स्वरूपांत मात्र, महामस्तिष्कांतील प्रत्येक निरनिराळ्या भागामार्फत निरनिराळ्या स्नायूंनां प्रेरणा देण्याचें कार्य होत असतें, असा सिद्धान्त मस्तिष्कविज्ञानशास्त्रज्ञांनां सर्वसाधारणपणें मान्य झाल्यासारखा झाला.

पंचज्ञानेंद्रियांचीं मेंदूतील भिन्नभिन्न स्थानें.—शिवाय ही स्थानपृथक्ता प्रेरणात्मक कार्यांच्या बाबतींतच काय ती आढळून आली असें नाहीं. नंतर झालेल्या प्रयोगांनीं विशेषतः फेरियर व मंक यांच्या प्रयोगांनीं दृष्टिसंबंधाचीं कार्यें करणारीं मेंदूमध्यें पृथक् स्थानें आहेत व तीं मेंदूच्या मागच्या भागांत आहेत, तसेंच श्रवणकार्य करणारें मेंदूमध्यें स्वतंत्र स्थान आहे असें सिद्ध झालें. इतकेंच नव्हे तर मुख्य पंचज्ञानेंद्रियांपैकीं प्रत्येकामार्फत होणारे संस्कार मेंदूंतील विशिष्ट ठराविक स्थानींच होत असतात असें मानण्यास जरूर असलेल्या सर्व गोष्टी सिद्ध झाल्या. तथापि या सर्व प्रयोगांचा उच्च प्रकारच्या बौद्धिक कार्यांशीं कांहीं संबंध नव्हता. उच्च प्रकारच्या बौद्धिक व्यापारांचीं मेंदूंतील पृथक पृथक स्थानें शोधून काढण्याचे सर्व प्रयत्न निष्फळच झाले होते. तथापि त्यांतहि एवढें सिद्ध झालें होतें कीं, हे उच्च प्रकारचे व्यापार सर्व मेंदूंतच चालतात व ते विशेषतः महामस्तिष्काच्या पुढील भागांमार्फत चालतात. तसेंच एवढी गोष्ट सिद्ध होणार अशी पुष्कळांची अपेक्षाहि होती; कारण मानसिक व्यापार कसे चालतात याची स्पष्ट कल्पना ज्याला असते त्याला हे व्यापार निरनिराळ्या विशिष्ट स्थानांमार्फत चालत नसावेत असेंच वाटत असतें. उदाहरणार्थ 'भाषाशक्ति' हिचा दृष्टीचें स्थान, श्रवणाचें स्थान व स्नायूंनां प्रेरणा देणारें स्थान या निदान तिहींशीं तरी संबंध असल्याची व ती शक्ति या एकमेकांपासून दूरदूर असलेल्या तीन स्थानांच्या संयुक्त व्यापारानें उत्पन्न होत असल्याची खात्री वाटल्यावांचून रहात नाहीं. ब्रोकाचें केंद्रस्थान नष्ट झाल्यानें त्या मनुष्याचें भाषाज्ञान सर्वस्वीं नष्ट होत नाहीं, असा शोध लवकरच लागला. अशा मनुष्याची वाचाशक्ति नाहींशी होते हें खरें असलें, तरी (व तीहि निरनिराळ्या प्रमाणांत नष्ट झाल्याचीं उदाहरणें आढळतात) दुसरा मनुष्य बोलेल तें जाणणें, तसेंच वाचणें, विचार करणें व बिनचूक लिहिणें या गोष्टी त्याला करतां येत असतात. यावरून ब्रोकाचें केंद्रस्थान फक्त बोलण्याचें कार्य करण्याचा भाग होय. एकंदर भाषाविषयक ज्ञान होण्याचें तें स्थान नव्हे असें दिसतें.

उच्च बौद्धिक व्यापारांचें मेंदूंतील स्थान.—याच रीतीनें विचार केल्यास असें दिसून येतें कीं, ज्यांनां आपण उच्च दर्जाच्या निरनिराळ्या बौद्धिक शक्ती म्हणून मानतों त्यांपैकीं प्रत्येक शक्ति, सूक्ष्म निरीक्षण केल्यास, अनेक साध्या संवेदनांच्या गुंतागुंतीच्या संयोगानें उत्पन्न होत असते; म्हणजे अर्थात् ती शक्ति मेंदूतील निरनिराळ्या व दूरदूर असलेल्या अनेक भागांच्या व्यापारांवर अवलंबून असते. स्मरणशक्ति, प्रेरणात्मक इच्छाशक्ति (व्हॉलिशन) अशा प्रकारच्या कित्येक शक्ती प्रत्येक मज्जागोलकाचा, इतकेंच नव्हे, तर प्रत्येक शरीरगोलकाचा आद्य धर्मच असतो असें एका अर्थीं म्हणण्यास हरकत नाहीं. याच्याहि पुढें जाऊन असें म्हणतां येईल कीं, सर्व बौद्धिक शक्तींचें आत्यंतिक पृथक्करण केल्यास प्रत्येक शक्ति आपल्या अनेक प्रकारच्या आद्य स्वरूपांत प्रत्येक सचेतन बिंदुमात्रांत वास करीत असते, असें कबूल करावें लागेल. तथापि अशा तऱ्हेनें कितीहि सूक्ष्म पृथक्करण करीत गेलें तरी ही गोष्ट लपविणें शक्य नाहीं कीं, प्रत्येक उच्च दर्जाच्या बौद्धिक शक्ती विशिष्ट प्रकारच्या संवेदना विशिष्ट स्थानीं एकत्रित झाल्यानें उत्पन्न होत असतात. शिवाय अशा प्रकारचें विशिष्टीभवन म्हणजे एकेका बौद्धिक शक्तीचें एकेक पृथक् स्थान असणें ही गोष्ट मानसिक शक्तीचा विकास होण्याच्या गोष्टीस आवश्यकच आहे. प्रत्येक विशिष्ट प्रकारचा बौद्धिक व्यापार विशिष्ट स्थानामार्फत होत असतो. उदाहरणार्थ, वाक्शक्तीचें एक पृथक्स्थान असतें, याबद्दल संशय घेण्याचें कारण दिसत नाहीं; तथापि या सिद्धांताला अद्यापहि अनुमानाचेंच स्वरूप आहे, प्रत्यक्ष प्रयोगसिद्ध गोष्टीचें स्वरूप आलेलें नाहीं. किंवा निराळ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे, विशिष्ट कार्यें करणारीं विशिष्ट स्थानें मेंदूंत आहेत असें जें आपण मानतों, तीं स्थानें अद्याप संशोधकांनां नक्की सांपडलीं नाहींत. तथापि मुख्य आधारभूत मज्जातंतुग्रंथी, लघुमस्तिष्क, मध्यमस्तिष्क, आणि पृष्ठरज्जू या आद्य मज्जास्थानांच्या मार्फत जे संवेदनात्मक

संस्कार विस्कळितपणें होत असतात त्यांचें अखेर एकत्रीकरण महामस्तिष्काच्या द्वारें होत असतें अशी सामान्य समजूत प्रचलित आहे.

याचाच अर्थ असा कीं, महामस्तिष्क हाच उच्च प्रतीच्या बौद्धिक शक्तींचें स्थान होय, असा सिद्धान्त अनुमानपद्धतीनें बिनहरकत ठरत आहे. तथापि हा सिद्धान्त जुन्या मेंदूसंबंधाच्या स्थानाविषयक सिद्धांताहून अगदीं निराळ्या स्वरूपाचा आहे. पूर्वींचा जुना सिद्धान्त चुकीच्या मानसशास्त्रविषयक माहितीवर व थोडक्या आधारभूत गोष्टींवरून सामान्य सिद्धान्त ठरविण्याच्या चुकीच्या अनुमानपद्धतीवर उभारलेला होता. गॉलच्या पद्धतींतील सविस्तर गोष्टींचें त्याच्या अनेक पिढ्यांतील नालायक अनुयायांनीं जें विवरण चालविलें होतें, तें शास्त्रीय पद्धतीनें चर्चा करण्याच्या योग्यतेचेंच नाहीं. तथापि त्यामध्यें सत्याचा अंश होता तो असा कीं, महामस्तिष्काचे व्यापार विशिष्ट स्थानामार्फत चालतात, हें जें मुख्य तत्त्व आणि तें त्या काळपर्यंत मस्तकशास्त्र या नांवाखालीं जें कुचकामाचें भाऱ्यावारी लिखाण तयार झालेलें होतें त्या कचऱ्याच्या राशींतून शोधून काढण्याचें महत्त्वाचें व अत्यंत उपयुक्त काम मतिष्कविज्ञानशास्त्रांतील अलीकडील संशोधकांनीं केलेलें आहे.

मेंदूची सूक्ष्म रचना.–विकृतेंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञ, शारीरशास्त्रज्ञ, इंद्रियविज्ञानशास्त्रज्ञ, पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञ व मानसशास्त्रज्ञ या सर्व शास्त्रज्ञांनीं निरनिराळ्या रीतींनीं चालविलेल्या संशोधनाचा एक सर्वसाधारण विषय म्हणजे मध्यवर्ती मज्जातंतुरचना–पृष्ठवंशरज्जु व मेंदू–हा होता. मज्जातंतू व मन यांच्या व्यापारांचीं हीं जीं केंद्रस्थानें त्यांचें महत्त्व एतद्विषयक प्रत्येक नव्या नव्या शोधानें अधिकाधिक वाढूं लागलें; व त्यामुळें पृष्ठवंशरज्जु व मेंदू यांची रचना कशी असते याची माहिती करून घेण्याचे प्रयत्न एकसारखे चालू होते. प्रथमारंभींच्या संशोधकांचीं मुख्य साधनें म्हणजे शरीरव्यवच्छेदनाच्या अप्रगल्भ पद्धती, शरीरांतील अवयव बघण्याची अपरिपक्व स्थितींत असलेलीं साधनें आणि सूक्ष्मदर्शक यंत्रांच्या साहाय्यानें केलेलें अवलोकन, एवढींच काय तीं होतीं. या साधनांनीं कांहीं गोष्टी समजल्या, परंतु अन्तर्भागांतील गूढ गोष्टींचें ज्ञान सूक्ष्मदर्शकयंत्रज्ञांच्या सूक्ष्म अन्तर्दृष्टीलाच काय तें कळण्यासारखें होतें. तथापि सूक्ष्मदर्शकयंत्रज्ञांनांहि हें संशोधनाचें काम करणें सोपें नव्हतें, कारण मध्यवर्ती मज्जातंतू फार कोमल व ठिसूळ असून शरीरांतील इतर कोणत्याहि भागापेक्षां या भागाचें हस्तव्यापारानें परीक्षणनिरीक्षण करण्याचें काम अनेक कारणांस्तव अत्यंत अवघड असतें.

अर्थात् हें काम करण्याकरितां विशेष प्रकारच्या शास्त्रीयपद्धतींचीच जरूर होती, आणि म्हणूनच मेंदूविषयक सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्राची प्रगति बरीच अनियमितपणें व मधून मधून असंबद्ध रीतीनें झालेली आहे; प्रत्येक नव्या शोधाच्या वेळीं यंत्रांचा उपयोग करण्याच्या बाबतींत नवी नवी सुधारणा होऊन संशोधकांनां नवें साधन उपलब्ध झालेलें आहे.

या विषयांतील संशोधनाला अगदीं पहिला आरंभ १८२४ मध्यें रोलॅन्डोनें केला. मेंदूचे घटकभाग घेऊन त्यांनां रसायनांनीं कठिण बनविल्यावर पातळ तुकडे करून त्या बारीक भागांचें सूक्ष्मदर्शकयंत्रानें निरीक्षण करण्याची कल्पना प्रथम त्याच्या डोक्यांत आली. अशा भागांचें निरीक्षण व संशोधन करूनच मेंदूविषयींची सर्व माहिती पुढें मिळविण्यांत आलेली आहे. हे घटकभाग कठिण बनवून ते मूळ स्थितींत कायम (सडून न जातां) ठेवण्याकरितां पालाश द्विक्रुमित (बायक्रोमेट ऑफ पोटॅशिअम) या पदार्थाच्या द्रावाचा उपयोग होतो असा शोध मुल्लरनें लावला. मज्जातंतू मेंदूच्या घटकांशीं कसे जोडलेले असतात हें शोधून काढण्याकरितां या घटकांचे एकापुढें एक बारीक तुकडे कसे कापावे त्याची उत्तम पद्धत स्टिलिंगनें १८४२मध्यें ठरविली. नंतर यांत्रिक कलेंतील कुशल विद्वानांनीं नव्या नव्या युक्त्या काढून या विषयांतील प्रगतीस मदत केली. हे मेंदूचे अत्यंत नाजूक घटकभाग कोलोदिन (कोलोडाइन––इथामध्यें भिजविलेला अग्निकार्पास) अथवा सेलोइदिन (सेलोइडाइन) या द्रावांत भिजवून पाराफिन मेणांत बुडविल्यानें हातांत घेऊन वापरण्याच्या अधिक सोयीचे होतात, असाहि शोध लागला. इतर कोणतेंहि रसायन न लावतां फक्त इथाच्या वाफेनें किंवा कर्बाम्लानें अगदीं ताजे मेंदूच्या घटकभागाचे तुकडे गोठवून संशोधनकार्यांत वापरण्याची अगदीं अलीकडे पद्धत पडली आहे. अशा प्रकारच्या सुधारलेल्या उपायांमुळें व सूक्ष्मच्छेदक (मायक्रोटोम) नामक सूक्ष्म तुकडे करण्याच्या यंत्रामुळें अलीकडील संशोधकाचें काम पूर्वींच्या संशोधकांपेक्षां फार सुलभ झालें आहे.

मेंदूच्या रंजित सूक्ष्म घटकांचें निरीक्षण.—मेंदूचे बारीक बारीक भाग कापून काढण्याच्या कामापेक्षांहि त्या भागांचें सूक्ष्म निरीक्षण करण्याचें व एका घटकांत दुसऱ्या घटकाहून काय फरक असतो तें शोधून काढण्याचें काम अधिक अवघड आहे. हा सूक्ष्म भाग बहुतेक रंगहीन असल्याचें आरंभींच्या संशोधकांस आढळून आलें व त्यामुळें या भागाची अगदीं साधी सामान्य माहिती सुद्धां मोठ्या प्रयासानें प्राप्त झाली. हे मेंदूचे घटक गोलकमय (सेल्यूलर) असतात ही गोष्ट १८३३ मध्येंच रेमॅकनें शोधून काढली होती; आणि त्याच वर्षीं अन्हेनबर्गला ते तंतुमय (फायब्रिलर) असतात असें दिसून आलें होतें; परंतु १८५८ पर्यंत या विषयांत फारशी मोठी प्रगति झाली नव्हती. या सालीं गेरलॅकनें एका नव्या तऱ्हेनें प्रयोग करून पाहण्याची युक्ति काढली व त्यामुळें या संशोधनकार्याला एकदम चालन मिळालें. हा प्रयोग वस्तुतः अगदीं साधा आहे. तो असा कीं, मेंदूचा सूक्ष्मदर्शक यंत्रानेंच दिसेल इतका बारीक भाग घेऊन किरमिजी रंगाच्या द्रवांत टाकून पहावयाचा. या प्रयो-

गाचा मोठा चमत्कारिक परिणाम झाला. जेव्हां असला एक भाग सूक्ष्मदर्शकाच्या भिंगाखालीं ठेवून तपासून पाहिला त्या वेळीं तो सर्व एक प्रकारचा नसल्याचें आढळून आलें. त्यांत इतस्ततः कांहीं भागांतच रंग चढलेला होता; आणि बाकीचे भाग मूळ रंगांत बदल न होतां जशाचे तसेच कायम होते. एका शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे केंद्रभूत असलेले मज्जातंतुगोलक एकदम स्पष्टपणें दिसूं लागले.

हा मज्जातंतुगोलक अत्यंत महत्त्वाचा भाग असल्याचें सिद्ध झालें; यालाच मज्जातंतुग्रंथिमय गोलक (गॅंग्लियन सेल) असें पुढें नांव देण्यांत आलें. याचा आकार अत्यंत सूक्ष्म असल्यामुळें हा भारी प्रतीच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रानेंच काय तो दिसूं शकतो. मेंदू व पृष्ठमज्जारज्जू यांमध्यें असलेले असंख्य मज्जातंतुगोलक अव्यवस्थित रीतीनें भरलेले असतात. उलटपक्षीं हे मज्जातंतुगोलक मेंदूचा जो भाग नुसत्या डोळ्यांनां करड्या रंगाचा दिसतो त्या मध्यवर्ती मज्जातंतुमय भागांतच कायते असतात; मेंदूचा पांढऱ्या रंगाचा दिसणारा असा जो मुख्य व मोठ्या प्रमाणांत असलेला भाग त्यांत ते मुळींच नसतात. शिवाय करड्या रंगाच्या भागांत मधून मधून ते जरी अगदीं दाट भरलेले असतात, तरी हे मज्जातंतुग्रंथिमय गोलक एक दुसऱ्याला अगदीं चिकटून असे कोठेंहि नसतात. विरशॉप्रभृतींनीं ज्याला न्यूरोग्लिया असें संबोधिलें आहे अशा गोलकांतर्गत शरीरघटकांमध्यें हे गोलक बसलेले असतात.

प्रत्येक मज्जातंतुग्रंथिमय गोलकाचीं वलयें अनियमित असतात व त्यांपासून दोन जातीचे सूक्ष्म तंतू निघालेले असतात. कांहीं तंतू आंखूड असून त्यांची संख्या अतिशय मोठी असते, व त्यांनां शाखाहि अनेक असतात. दुसऱ्या जातीचे तंतू संख्येनें थोडे, कधीं कधीं एकच असतात, व ते प्रत्यक्ष गोलकापासून निघालेले असून ते बरेच दूरवर जात असावेत असें दिसतें. या पहिल्या जातीच्या असंख्य सूक्ष्म तंतूंनां जीवनरसमय शृंगें (प्रोटोप्लॅस्मिक प्रोसेसेस्) म्हणूं लागले. व दुसऱ्या जातीच्या तंतूंस त्यांचा संशोधक डीटर्स याचीं शृंगें (ॲक्सिस सिलेंडर) असें नांव पडलें. यावरून, जरी प्रत्यक्ष प्रयोगामध्यें स्पष्टपणें दाखवितां आलें नाहीं तरी, हीं सूक्ष्म तंतुमय शृंगें मज्जातंतुगोलकांचा एकमेकांशीं संबंध जोडण्याचें कार्य करीत असावीं आणि शरीराच्या बाह्य त्वचेला झालेली संवेदना मज्जातंतुगोलकांस पोहोंचविण्याचें काम करीत असावीं असें अनुमान साहजिकपणेंच शास्त्रज्ञांनीं काढलें. मेंदू व पृष्ठवंशरज्जू यांत दिसणारा पांढरा पदार्थ याच असंख्य तंतूंचा बनलेला असतो व यामुळें निरनिराळ्या मज्जातंतुग्रंथिमय गोलकांचा संबंध सर्वत्र जोडला जातो.

या पांढऱ्या भागांत हे जे निरनिराळे परस्परसंबंध जोडणारे मज्जातंतू पसरलेले असतात त्यांची परंपरा नुसत्या डोळ्यांच्या साहाय्यानें अगर सूक्ष्मदर्शकयंत्राच्या साहाय्यानें शोधून काढण्याच्या ज्या पद्धती आहेत त्यांत वॅलर यानें १८५२ मध्यें शोधून काढलेल्या पद्धतीमुळें फार महत्त्वाची भर पडली.

मज्जातंतु व गोलक यांमधील संबंध.— यापूर्वी १८३९ मध्येंच नासे यानें असें दाखविलें होतें कीं, एखादा मज्जातंतु एखाद्या ठिकाणीं तोडला असतां त्याचा त्वचेकडील भाग नाश पावूं लागतो. वॅलर यानें असा शोध लावला कीं, प्रत्येक मज्जातंतूस, मग त्याचें कार्य संवेदनेचें असो किंवा प्रेरणेचें असो, स्वतंत्र मज्जागोलक असून त्या गोलकापासून मज्जातंतूचें पोषण होत असतें. त्यामुळें गोलकाशीं संबंध असेपर्यंतच तो तंतु कार्यक्षम असतो. अशा गोलकांनां त्यानें 'पोषक केंद्र' (ट्रॅफिक सेंटर) असें नांव दिलें. उदाहरणार्थ, पृष्ठवंशरज्जूच्या पुढील भागांतील कांहीं गोलक पृष्ठवंशीय प्रेरक मज्जातंतूंचीं पोषक केंद्रें असतात. पृष्ठरज्जूंकडे येणाऱ्या मज्जातंतूंचीं पोषक केंद्रें मेंदूच्या निरनिराळ्या भागांत असतात. वॅलरच्या मनांत अशी कल्पना आली कीं, हीं पोषक केंद्रें नष्ट केलीं किंवा निरनिराळ्या ठिकाणचीं पोषक केंद्रें आणि तत्संबद्ध मज्जातंतू यांचा संबंध शक्य तितक्या ठिकाणीं तोडला तर तेवढेच अत्यंत सूक्ष्म मज्जातंतू नाश पावूं लागतील; आणि ज्या अर्थी क्षीण झालेले तंतू प्रत्यक्ष डोळ्यानें किंवा सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें पाहिलें असतां निराळ्या स्वरूपाचे दिसतात त्या अर्थी कोणत्या विशिष्ट ठिकाणचे मज्जातंतू क्षीण झाले आहेत हें आपणांस निश्चित करतां येईल. ही कल्पना मनांत आल्याबरोबर संशोधकांस मज्जातंतू कसकसे पसरले आहेत हें नक्की शोधून काढण्यास एक चांगलेंच साधन हातीं आल्यासारखें झालें. कारण याच तत्त्वाच्या सहाय्यानें आवाळू झाल्यामुळें, अगर रक्तवाहिनी गोठलेल्या रक्तानें बंद झाल्यामुळें अगर बाह्य आघातामुळें जे मज्जातंतू किंवा मज्जागोलक नाश पावूं लागतात, त्यांची माहिती मिळूं शकते.

शारीरशास्त्राच्या दृष्टीनें मेंदूचें परीक्षण करून पाहण्याच्या ज्या निरनिराळ्या पद्धती आतांपर्यंत वर्णन केलेल्या आहेत त्या सर्वांमधून एक असा बहुतेक निश्चित सिद्धान्त प्रस्थापित होतो कीं, मध्यवर्ति मज्जातंतुगोलक हेच मज्जातंतूंमार्फत होणाऱ्या हालचालींचें केंद्र होत. संशोधनाच्या इतर पद्धतींतूनहि हाच सिद्धान्त खरा ठरूं पाहात आहे. प्रेरणात्मक कार्यें कोणत्या स्थानांमार्फत होतात हें शोधून काढण्याकरितां करण्यांत आलेल्या प्रयोगांनीं वरच्या सिद्धान्तालाच पुष्टि मिळालेली आहे. या प्रयोगांनीं प्रेरणात्मक कार्यांचीं केंद्रस्थानें मेंदूपैकीं करड्या रंगाच्या भागांत असतात, पांढऱ्या रंगाच्या भागांत नसतात असेंच निश्चित ठरलें आहे. तथापि या बाबतींतला भरपूर पुरावा विकृतेंद्रियविज्ञानशास्त्रामधून पुढें आलेला आहे. या शास्त्रांतील पुष्कळ संशोधकांनीं हें स्पष्ट करून दाखविलें कीं, पृष्ठवंशरज्जूमध्यें होणारे जे कित्येक प्रसिद्ध रोग होतात व ज्यांपासून पुढें अर्धांगवायु हा रोग उत्पन्न होतो, त्यांत हे मज्जातंतुगोलकच

नाश पावलेले आढळतात. दीर्घकाल वेड लागलेलें आहे, व विचारशक्तीचा नाश झालेला आहे असे जे रोगी असतात, त्यांच्या मेंदूच्या बाह्य भागांतले मज्जातंतुगोलक नाश पावलेले असतात. चलनशक्ति नष्ट झालेले जे रोगी असतात त्यांच्या मेंदूमध्यें वरील प्रकारचा बिघाड झाल्याचें आढळून येतें, आणि मानसिक शक्तींचा न्हास ज्या मानानें झालेला असतो त्या मानानें त्यांचे मज्जातंतुगोलक नाश पावलेले आढळतात, ही गोष्ट विशेष लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे. येणेंप्रमाणें, मज्जातंतुगोलक हेच मज्जातंतूंमार्फत होणाऱ्या कार्यांचीं अखेरचीं केंद्रस्थानें होत, ही गोष्ट निर्विवादपणें प्रस्थापित झाली.

गेरलॅकनें मेंदूंतील सूक्ष्मपिंडाच्या रचनेविषयींची जी ही नवी कल्पना विद्वानांपुढें मांडली, म्हणजेच मेंदूंतला पांढरा भाग मज्जागोलकांमधील सूक्ष्म जंतूंनीं भरलेला असतो असा जो सिद्धांत केला त्याला सामान्यतः सर्वांकडून सम्मति मिळाली. ही गोष्ट घडत असतां मज्जातंतुगोलकांमार्फत होणारीं कार्यें व त्यांचा परस्पर घडणारा संबंध यांच्या योगानेंच सर्व प्रकारचे मानसिक व्यापार होत असतात हीं कल्पनाच खरी आहे असें सिद्ध करतां येईल असें वाटूं लागलें.

मेंदूची रचना व मानसिक व्यापार यांचा संबंध.— या संबंधाविषयींची कल्पना विचारसंगतिवाद्यांच्या (असोशिएशनिस्ट) तत्त्वांशीं फारच सुंदर रीतीनें जुळती होती; व या विचारसंगतिवाद्यांच्या तत्त्वांचाच या सुमारास मानसशास्त्रांत विशेष पगडा बसलेला होता. मानसिक व्यापारांचें पृथक्करण व मेंदूचें शारीरशास्त्रदृष्ट्या झालेलें निरीक्षण यांच्यामध्यें वर सांगितलेल्या प्रकारें जो समाधानकारक असा मेळ घालण्यांत आलेला होता तो सर्वस्वीं ग्राह्य होण्याच्या मार्गांत एक मोठी अडचण होती. ती अशीः मज्जागोलकांमध्यें असलेले सूक्ष्म तंतू, ज्यांच्या द्वारें प्रेरकशक्ति संचार करते, ते प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणें सर्वत्र पसरलेल्या मज्जागोलकांस एकमेकांशीं जोडतात, हें सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञांचें मत जर खरें मानलें तर या मज्जागोलकांचा एखादा विशिष्ट समूह दुसऱ्या समूहापासून अगदीं अलिप्त कसा होऊं शकतो ? आणि असला अलिप्तपणा उत्पन्न होणें तर अत्यंत जरूर असतें. कारण मनुष्य साधारणपणें जेव्हां एखाद्या विशिष्ट विषयाचा विचार करीत असतो त्या वेळीं तत्संबद्ध सर्व पूर्व विचार एकत्र होणें जितकें जरूरीचें असतें, तितकेंच इतर सर्व प्रकारचे विचार दूर राहणेंहि जरूरीचें असतें. उदाहरणार्थ, जेव्हां एखादा विद्यार्थी गणितविषयांतला प्रश्न सोडविण्यांत गुंतलेला असेल त्या वेळीं भूगोल, भौतिकशास्त्रें आणि इतर दुसरे विषय यांसंबंधाच्या विचारांची त्याला त्या वेळापुरती पूर्ण विस्मृति पडणें जरूर असतें. असा अलगपणा कसा उत्पन्न होतो या कोड्याचें उत्तर सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रांत मिळण्याचें कांहीं साधन आहे काय ?

हें कोडें सोडविण्याचे प्रयत्न, मेंदूला रक्ताचा पुरवठा ज्या विशेष प्रकारच्या पद्धतीनें केला जातो त्या पद्धतीचा बारकाईनें विचार करून करण्यांत आले. शरीरांतील इतर कोणत्याहि भागांत नसतात इतक्या अधिक संबद्ध रीतीनें धमन्यांच्या अगदीं टोंकाकडल्या शाखा मेंदूमध्यें पसरलेल्या असतात, आणि रक्तवाहिनीच्या एका शाखेचा दुसऱ्या शेजारच्या शाखेशीं मुळींच संयोग झालेला नसतो. अशा तऱ्हेची रचना असल्यामुळें प्रेरणात्मक मज्जातंतूंच्या मार्फत ताबा चालवून धमन्यांतलें रक्त मेंदूच्या विशिष्ट भागांतच विशेष जोरानें वाहतें करून इतर शेजारचे भाग त्या मानानें रक्तहीन करतां येणें शक्य असतें. आणि ज्या अर्थी मेंदूतले सर्व महत्त्वाचे व्यापार रक्तवाहिन्यांच्या द्वारें होणाऱ्या रक्ताच्या पुरवठ्यावर कांहीं अंशीं अवलंबून असतात त्या अर्थी मेंदूतल्या विशिष्ट भागांतील केंद्रभूत मज्जातंतुगोलकांकडून होणारीं कार्यें या विशिष्ट प्रकारच्या रचनेमुळें करून घेतां येत असावीं, ही कल्पना ग्राह्य वाटूं लागली. परंतु हें उत्तरसुद्धां शास्त्रीयदृष्ट्या पूर्णपणें ग्राह्य ठरण्यास आणखी बऱ्याच गोष्टींचा खुलासा होणें जरूर होतें. विशेषतः उच्च प्रकारचे बौद्धिक व्यापार चालण्यास मेंदूत दूरदूर पसरलेल्या अनेक केंद्रमज्जागोलकांच्या सहकार्याची जरूरी असते, ही गोष्ट लक्षांत घेतली म्हणजे वरील उपपत्ति ग्राह्य होण्यास कोणती विशेष अडचण आहे तें लक्षांत येईल.

गॉल्गी व कजेल यांचें निरीक्षण व शोध.— वरील प्रश्नांचा अधिक समाधानकारक उलगडा १८८९ पर्यंत झाला नव्हता. त्या सालीं मात्र एक नवा शोध लागून एकदम सर्व कोडें पूर्णपणें सुटलें. या सालाच्या पूर्वी कांहीं वर्षें इटालीमधील सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञ डॉ. कॅमिले गॉल्गी यानें रजतनत्रिताच्या द्रावामध्यें कठिण बनलेले मेंदूचे घटक भाग (टिशू) भिजत टाकून पाहण्याची युक्ति काढली; या द्रावामुळें मज्जागोलक व त्यांचे धागे यांनां गेरलॅकच्या रीतीपेक्षां किंवा इतर सर्व उपायांपेक्षां अधिक चांगला रंग येत असे. सदरहू युक्तीमुळें गोलकांपासून निघालेलीं व दूरवर गेलेलीं टोंकें अगदीं शेवटपर्यंत सूक्ष्म रीतीनें अवलोकन करण्याची सोय झाली; हे सूक्ष्मतंतू पूर्वींच्या कोणत्याहि पद्धतीनें इतक्या स्पष्टपणें दिसण्याची सोय झालेली नव्हती. गॉल्गीनें स्वतःच्या नव्या युक्तीच्या सहाय्यानें अवलोकन करून असें सिद्ध केलें कीं, जीवनरसमय लांबट धागे हें नांव असलेल्या तंतूंचा समूह शेवटीं स्वतंत्रपणें टोंकें राहून संपतो, म्हणजे या तंतूंचीं टोंकें दुसऱ्या गोलकांशीं संबद्ध नसतात; ज्या गोलकांपासून ते तंतू निघालेले असतात त्या गोलकांशींच कायतो त्यांचा संबंध असतो. तसेंच वर डीटर्सचीं शृंगें (ॲक्सिस सिलिंडर) म्हणून ज्यांचा उल्लेख आलेला आहे, त्यांनांहि पूर्वीं ज्याविषयीं यत्किंचित्‌हि कल्पना नव्हती इतक्या अनेक शाखा फुटलेल्या असतात, हीहि गोष्ट गॉल्गीनें निदर्शनास आणून दिली. परंतु त्याच्या शोधांची प्रगति

येथेंच खुंटली व खरा महत्त्वाचा शोध लावण्याच्या मार्गांत असूनहि तो शोध त्याला लागला नाहीं. पुढें मेंदूच्या घटकांना रंग देण्याच्या गॉल्गीच्या या युक्तीचाच उपयोग करून डॉ. रॅमोनी कजेल नामक एका स्पॅनिश सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञानें गॉल्गीच्या पद्धतीनेंच आणखी संशोधन करून असें प्रत्यक्ष पुराव्यासह पुढें मांडलें कीं, उपरिनिर्दिष्ट शृंगें आपल्या सर्व उपशाखांसह जरी बऱ्याच दूरवर गेलेलीं असलीं तरी शेवटीं गोलकांमधून निघालेल्या लांबट तंतूप्रमाणें, त्यांचा स्वतंत्रपणें, झाडांच्या मुळांच्या तंतूप्रमाणें, शेवट झालेला असतो. एका शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे केंद्रभूत मज्जागोलक व त्यांच्या तंतुमय सर्व शाखा मिळून मेंदूतला एक अगदीं स्वतंत्र व इतर गोलकांपासून पूर्ण अलग असा भाग असतो. इतर अनेक गोलकांशीं त्याचा प्रत्यक्ष संबंध असण्याऐवजीं तो एकटा स्वतंत्र असून त्याचा दुसऱ्या कोणत्याहि गोलकाशीं शारीरिक दृष्ट्या काडीमात्र संबंध नसतो.

१८८९ मध्यें डॉ. कजेलनें ह्या स्वतःचा शोध जेव्हां जाहीर केला तेव्हां या त्याच्या क्रांतिकारक शोधानें बहुतेक सर्व सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञ साहजिकपणें आश्चर्यचकित होऊन गेले. तथापि या शास्त्रज्ञांपैकीं कांहीं थोड्या जणांनां या शोधाविषयीं थोडीफार कल्पना पूर्वीं आलेलीच होती. यांत विशेषतः हिसनामक शास्त्रज्ञाला, मज्जागोलक एकमेकांपासून स्वतंत्र असावे, कारण त्यांची वाढ अगदीं पृथक् असलेल्या केंद्रभागांपासून होत असते, अशा प्रकारचा संशय आलेला होता; तसेंच फोरेल या शास्त्रज्ञालाहि वरील प्रकारचा संशय आलेला होता, कारण एका गोलकापासून निघालेला तंतु दुसऱ्या गोलकाला जाऊन मिळालेला त्याला प्रत्यक्ष आढळून कधींच आलेला नव्हता. अर्थात् या दोन संशोधकांनीं कजेलचे प्रयोग स्वतः पुन्हां करून पाहिले. त्याप्रमाणेंच कसलेला सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञ कोलीकेर यानें तेच प्रयोग केले आणि नंतर लवकरच सर्वच ठिकाणच्या प्रमुख शास्त्रज्ञांनीं ते करून पाहिले. या सर्व प्रयोगांवरून स्पॅनिश सूक्ष्मपिंडरचनाशास्त्रज्ञ कजेल याचा सिद्धान्त खरा असल्याचें बहुतेक एकमतानें ठरलें; आणि कजेलनें आपला शोध जाहीर केल्यापासून थोडक्या महिन्यांच्या आंत, मेंदूंतील सर्व मज्जागोलक एकमेकांला जडून त्यांचें एक जाळें बनलेलें असतें ह्या जुना सिद्धांत पूर्णपणें रद्द ठरला. आणि मेंदूत पृथक् पृथक् मज्जातंतुगोलक असतात ह्या सिद्धान्त प्रस्थापित झाला. या गोलकरचनाविषयक उपपत्तीलाच न्यूरॉन्ससंबंधीं सिद्धान्त असें नांव पडलें.

हे पृथक् पृथक् असलेले मज्जागोलक आपलीं कार्यें कशा प्रकारें करतात याबद्दल डॉ. कजेलनें प्रथमपासून स्वतःचें मत प्रसिद्ध केलेलें होतें; आणि त्याचें म्हणणें पुढें सर्वत्र ग्राह्य होऊन राहिलें आहे.

मज्जागोलक व मज्जातंतू यांचीं कार्यें.—जरा संकुचित अर्थानें पूर्वीचें मत कजेलनें ग्राह्य करून मज्जागोलक हेच मज्जांतर्गत शक्तींचें संचयस्थान असतात असें प्रतिपादन केलें. तसेंच गोलकांतून निघालेल्या सूक्ष्मतंतूंपैकीं प्रत्येक तंतूच्या मार्फत आघात पलीकडे पोहोंचविण्याचें काम होत असतें, हेंहि जुनेंच मत त्याला कबूल झालें. परंतु आघात पोहोंचविण्याचें काम ह्या सूक्ष्म तंतु, टेलेफोनच्या इतरांशीं सतत जोडून न ठेवलेल्या तारेप्रमाणें, मध्यें थांबून थांबून करीत असतो, व त्या तारेप्रमाणेंच मज्जातंतूहि आपलें कार्य इतरांशीं तात्पुरता संबंध जोडून करतो, सारखा संबंध ठेवून करीत नाहीं. जेव्हां पुरेसें उत्तेजन मिळतें त्या वेळीं मज्जातंतूंचीं टोंकें पुढें प्रसृत होऊन दुसऱ्या गोलकांच्या सूक्ष्म तंतूंच्या टोंकांशीं संबद्ध होतात, व आपल्या मधील आघात त्यांनां पोहोंचवितात. हें कार्य झाल्यावरोबर ते संकोच पावून मागें सरतात व दोघांमधला संबंध तुटतो; व ते पूर्ववत् अलग स्थितींत राहतात. मध्यंतरीं अशा निरनिराळ्या आघातवाहकांच्या व्यवस्थित कार्यामुळें मज्जागोलकांच्या निरनिराळ्या समूहांशीं संबंध येऊन आघातप्रसाराचें कार्य होतें. मज्जातंतूंमार्फत होणारे निरनिराळ्या प्रकारचे आघात एकत्रित होतात व त्यांपासून निरनिराळ्या विचारमाला उत्पन्न होतात. प्रत्येक सूक्ष्मतंतु संकोच पावला कीं त्याचें आघातवहनाचें कार्य बंद पडतें; परंतु तोच तंतु प्रसार पावला कीं त्याचा दुसऱ्या तंतूशीं संबंध होतो किंवा दुसऱ्या गोलकांशीं संबंध येतो व त्यावरोबर तो आपला आघातरूपी संदेश योग्य रीतीनें दुसऱ्याला पोहोंचवितो; व हें सर्व कार्य विद्युत्संदेशवाहक तारांप्रमाणें बरोबर चालतें.

मेंदूतील मज्जातंतूंच्या कार्यासंबंधाची वरील कल्पना अगदीं स्पष्टपणें दिसणाऱ्या शारीरशास्त्रविषयक वस्तुस्थितीच्या आधारावर उभारलेली असून तिच्या आधारानें, निरनिराळ्या विचारांमध्यें पूर्ण अलिप्तता कशी राहूं शकते, या प्रश्नाचें उत्तर समाधानकारक रीतीनें मिळूं शकतें. तसेंच दुसऱ्या अनेक मानसिक व्यापारांवरहि या कल्पनेमुळें नवा प्रकाश पडतो, हें डॉ. कजेलचें मतहि खरें आहे. उदाहरणार्थ, मज्जेचे लांबट धागे संकोचविकासक्षम असतात ही गोष्ट लक्षांत ठेवली म्हणजे मेंदूतील मज्जागोलकांचे अगदीं नव्यानव्या व निरनिराळ्या तऱ्हेनें एकमेकांशीं संबंध होऊन नव्यानव्या प्रकारच्या विचारमलिका सुरू होतात; तसेंच विशिष्ट मज्जागोलकांचा संबंध वारंवार येत गेल्यामुळें विशेष प्रकारचे विचार किंवा कार्यें करण्याची सुलभता माणसाच्या अंगीं कशी येऊं शकते; किंवा मज्जागोलकांचा व्हावयास पाहिजे तशा प्रकारचा संबंध कांहीं काल न होऊं शकल्यामुळें माहीत असलेल्याहि विशिष्ट बारीकसारीक गोष्टी आपणांस कांहीं वेळ कशा व कां आठवत नाहींशा होऊं शकतात, या व असल्या प्रकारच्या अनेक गोष्टींचा उलगडा वरील कजेलच्या उपपत्तीच्या सहाय्यानें उत्तम प्रकारें होऊं शकतो.

जर मेंदूतील मज्जागोलकाची मध्यवर्ती टेलेफोन ऑफिसशीं, आणि त्या गोलकांतून निघणाऱ्या प्रत्येक लांबट तंतूची टेलेफोनच्या एकेका तारेशीं तुलना केली तर मज्जातंतूंमार्फत होणाऱ्या कार्यव्यवस्थेमध्यें व टेलेफोनच्या रचनेमध्यें किती आश्चर्यकारक साम्य आहे तें कोणाच्याहि सहज लक्षांत येईल. मध्यवर्ती ऑफिसमध्यें असलेल्या नव्या नव्या रीतीनें तारांचा संबंध जोडून देण्याच्या व्यवस्थेची उपयुक्तता, अशा तऱ्हेचे संबंध जोडतां न आल्यास त्या यंत्राची होणारी निरुपयोगिता, ज्यांचें काम चालू असतें त्या तारांकडून विशिष्ट नवा संदेश पाठविण्याच्या कामीं होणारा उशीर, तसेंच तारा एकमेकींला आडव्या गेल्यामुळें जे शब्द वास्तविक ऐकूं यावयाचे त्यांऐवजीं अनेक आवाजांचा ऐकूं येणारा गोंधळ, या सर्व गोष्टी व टेलेफोनचा उपयोग करणाऱ्या प्रत्येकाच्या लक्षांत येणाऱ्या त्यासंबंधाच्या इतर अनेक गोष्टी यांचें मज्जातंतुव्यवस्थेच्या मार्फत मेंदूमध्यें होणाऱ्या अनेक प्रकारच्या व्यापारांशीं किती अगदीं हुबेहुब साम्य आहे याची कल्पना करतां येण्यासारखी आहे. हें साम्य माणसाला अगदीं थक्क करून सोडण्यासारखें आहे यांत शंका नाहीं, तथापि यावरून ही नुसती निवळ कल्पना आहे असें कोणीं समजूं नये. ही कवीची कल्पना नसून तिला मेंदूंतील मज्जातंतुरचनेबद्दल शारीरशास्त्रदृष्ट्या प्रत्यक्ष अवलोकनानें व प्रयोगांनीं जी माहिती विद्वान संशोधकांनीं मिळविली आहे तिचा भरभक्कम आधार आहे; आणि तशा प्रकारची रचना नसती तर उच्च प्रतीचे बौद्धिक व्यापार चाललेले जे आपण नेहमीं पाहतों ते चालू शकले नसते असें जें विकृतेंद्रियविज्ञानशास्त्राच्या साहाय्यानेंहि निःसंदिग्धपणें ठरलें आहे, त्यामुळें डॉ. कजेलचीच उपपत्ति निश्चित सिद्धान्त म्हणून सर्वत्र ग्राह्य होऊन बसली आहे.

अतिभौतिक, मानसिक, आत्मिक इत्यादि व्यापारांचें संशोधन.—आत्मा, मन, किंवा चैतन्य म्हणून ज्यांनां म्हणतात तीं इंद्रियगोचर नाहींत म्हणून तीं व त्यांचे व्यापार भौतिकशास्त्रांच्या कक्षेंत येत नाहींत. तरी तीं कधींच येणार नाहींत असें मात्र अद्याप भौतिक शास्त्रज्ञ कबूल करण्यास तयार नाहींत. इतकेंच नव्हे तर सदरहू प्रकारचे व्यापार भौतिक ज्ञान संपादण्याच्या कसोट्या लावून तपासण्याकरितां व त्यांची तितकी अधिक माहिती मिळविण्याकरितां ‘सायकिकल रिसर्च सोसायटी’ (१८८२) नांवाची संस्था स्थापून मोठमोठे भौतिक शास्त्रज्ञ प्रयत्न करीत आहेत. अशा व्यापारांवर विश्वास न ठेवतां त्यांची सत्यासत्यता ठरविण्याचे प्रयत्न करणारे विद्वान् प्राचीन काळांतहि आढळतात. प्राचीन ग्रीसमध्यें डेल्फी येथील देवालयांत अंगांत देव येऊन भविष्य सांगतो असें म्हणणाऱ्या देवळांतील पुजाऱ्यांचें अनेक शतकें स्तोम माजलें होतें. पण हे दैविक चमत्कार मूर्च्छनाशास्त्रांतील अदृश्यावलोकनशक्तीनें (क्लेअरव्हायन्सनें) घडतात असें क्रोएससनें सिद्ध केलें. नवप्लेटोमतवादी तत्त्ववेत्ता पॉर्फिरी यानें भविष्य सांगणाऱ्या, अग्नीमधून कांहीं एक अपाय न होतां चालत जाणाऱ्या, निर्जीव पदार्थ स्पर्श न करतां चालवून दाखविणाऱ्या माणसांचे चमत्कार व भुतांखेतांचे चमत्कार यांत तथ्य काय आहे तें पाहून त्यांतील लबाड्या चव्हाट्यावर आणण्याचा प्रयत्न केला. अशा तऱ्हेचे चमत्कार दाखविणारे लोक व त्यांत भ्रम, मामलेगिरी आहे असें म्हणणारे लोक हिंदू, चिनी, जपानी वगैरे पौरस्त्य देशांतहि प्राचीन काळापासून आढळतात. यांपैकीं कांहीं चमत्कार प्रत्यक्ष करून दाखविणारें व त्यांचा मानसशास्त्रदृष्ट्या उलगडा सांगणारें मूर्च्छनाशास्त्र १८ व्या शतकांत जन्मास आलें. अलीकडे १८८२ मध्यें सायकिकल रिसर्च सोसायटी स्थापन झाली असून इंग्रज, फ्रेंच, जर्मन, इटालियन वगैरे अनेक शास्त्रज्ञ अनेक प्रकारच्या चमत्कारांची शहानिशा करीत असतात. या सोसायटीच्या कामकाजासंबंधाचे अनेक अहवाल ग्रंथ (प्रोसीडिंग्ज) प्रसिद्ध झालेले आहेत. या प्रयत्नांतूनच विविध चमत्कारांचा उलगडा करणारें सम्भावनोत्पादन (टेलेपथी) नांवाचें शास्त्र जन्मास आलें आहे. उलटपक्षीं, प्लँचेट नांवाचें मृतात्म्यांचे संदेश लिहून दाखविणारें यंत्र निघून अशा प्रकारच्या चमत्कारांत भरच पडत आहे.

सर जगदीशचंद्र बोस यांचे जीविशास्त्रांतील महत्त्वाचे शोध.—बोस हे बंगालमधील प्रसिद्ध शास्त्रीय संशोधक असून त्यांनीं प्रथम विद्युत्संबंधाचे शोध लावले. बिनतारी संदेश पाठविण्याच्या साधनाचा शोध फ्रेंच शास्त्रज्ञ मार्कोनी व डॉ. बोस यांनीं एकाच वेळीं लावला. परंतु त्यांचे महत्त्वाचे शोध जीविशास्त्रांतले आहेत व त्यासंबंधीं त्यांनीं ‘रिस्पॉन्स इन दी लिव्हिंग अँड दी नॉनलिव्हिंग,’(१९०२); ‘इलेक्ट्रोफिजिऑलजी,’ (१९०७); ‘रिसर्चेस ऑन इरिटेबिलीटी ऑफ प्लँटस’ (१९१३) वगैरे पुस्तकें लिहिलीं आहेत. शिवाय ‘आनुनादिक लेखक’ ‘(रेझोनंट रेकॉर्डर),’ वर्धन लेखक ‘(क्रेस्कोग्राफ) ’ वगैरे फार आश्चर्यकारक नवीं यंत्रें तयार केलीं आहेत. आनुनादिक लेखक या यंत्राच्या साहाय्यानें, वनस्पतींनां व जरत वगैरे धातूंनां एका ठिकाणीं जोराचा धक्का दिल्यास दुसऱ्या ठिकाणीं प्रत्युत्तरात्मक क्रिया होते ती किती प्रमाणांत व धक्का मिळाल्यापासून किती वेळानें होते हें ध्वनिशास्त्रांतील अनुवादतत्त्वाचा फायदा घेऊन सेकंदाच्या शंभराव्या, दोनशेंव्या किंवा त्याहूनहि लहान अंशाइतक्या सूक्ष्म कालविभागापावेतों काढतां येतें. प्राण्यांप्रमाणें वनस्पतींनां थकवा येतो; उन्मादकारी मद्यानें वनस्पतींवर प्राण्यांवरच्याप्रमाणेंच परिणाम होतात; वनस्पतींवर विषारी पाणी ओतल्यास त्या मरणोन्मुख होतात; मनुष्याप्रमाणें झाडें रात्रीं बारा पासून सकाळीं आठ वाजेपर्यंत निजतात, असें डॉ॰ बोस यांनीं सिद्ध केलें. तसेंच वनस्पतींमध्यें होणारी प्रत्युत्तरात्मक क्रिया जलप्रेरणेच्या नियमानुसार होत नसून ती सजीव प्राण्यांत मज्जातंतूंमार्फत होणाऱ्या संवेदनांसारखी असते, असें बोस यांचें म्हणणें आहे. या

शोधांमुळें इंद्रियविज्ञानशास्त्र, वैद्यक व कृषिविज्ञान या ज्ञानशाखांत क्रांति घडून येईल असें तज्ज्ञांचें मत आहे. १९१८ मध्यें त्यांनीं वर्धनलेखक हें वनस्पतींची वाढ दर्शविणारें यंत्र शोधून काढलें असून त्यानें एका सेकंदांत वनस्पतींची जी वाढ होते ती पाहतां येते. जास्तींत जास्त सूक्ष्म महत्कारी भिंगापेक्षां वोस यांच्या यंत्राची महत्कारी शक्ति कित्येक हजारपट अधिक आहे. डॉ. वोस यांनीं कलकत्यास झाडें एका ठिकाणाहून उपटून दुसऱ्या ठिकाणीं लावण्यांत उपयुक्त असा प्रयोग करून दाखविला. दोन झाडांनां मूर्च्छनाकारी औषधें (नार्कोटिक्स) देऊन नंतर त्यांचें स्थानांतर केलें, तेव्हां मुळींच इजा न होतां तीं झाडें दुसऱ्या ठिकाणीं पूर्ववत् जोरानें वाढूं लागलीं. नुकतेंच १९२१ मध्यें त्यांनीं वनस्पतिवैरल्यमापकयंत्र (प्लँट मॅनोमीटर) तयार करून झाडें जमिनीपासून शेंड्यापर्यंत (ही उंची कधीं कधीं ४५० फूट असते) रस कसा ओढून नेतात, हा बऱ्याच दिवसांचा कठिण प्रश्न सोडविला आहे. यासंबंधीं विशेष आश्चर्याची गोष्ट म्हणजे, समुद्राच्या भरतीओहोटीप्रमाणें वनस्पतीचा जमिनींतून रस शोषून घेण्याचा वेग निरनिराळ्या वेळीं निरनिराळा असतो. वनस्पतींतील रसाची ही भरती ओहोटी सूर्याच्या मार्गक्रमणावर अवलंबून असते हें लक्षांत ठेवण्यासारखें आहे. वोस यांच्या यंत्रानें वनस्पतींतील अंतर्गत दाव दर्शविला जात असून तें इतकें सूक्ष्म आहे कीं वातावरणाच्या दावाच्या दशलक्षांशाइतका होणारा फेरफारहि त्यानें पाहतां येतो. जास्तींत जास्त अंतर्गत दाब पहाटेस चार वाजतां असतो व मामूल वनस्पतींत तो दर चौरस इंचास पांच पौंडाइतका असतो. डॉ. बोस यांनीं शास्त्रीय संशोधनाकरितां स्वतःची स्वतंत्र ' बोस रिसर्च इन्स्टिट्यूट ' नांवाची संस्था काढली आहे.

जीवशास्त्रांचा उपयोग.-(१) समाजशास्त्र व मानसशास्त्र हीं जीवशास्त्राच्याच कक्षेंतील आहेत, तेव्हां त्या शास्त्रांपासून होणारे फायदे या शास्त्राचेच आहेत असें समजणें वावगें होणार नाहीं.

(२) मनुष्येतर प्राण्यांच्या आयुष्यक्रमावरून मनुष्याच्या रहाणीची व धोरणाची पूर्वकल्पना येते.

(३) अंटार्टिकखंडाच्या पुनर्रचनेसंबंधांत वनस्पति शास्त्र प्राणिशास्त्र आणि प्रस्तरावशेषशास्त्र यांचें जें एकमत झालें आहे त्याला जीवशास्त्राच्या शोधांतील एक मोठा विजय असें यथार्थ म्हणतां येईल.

(४) प्राणिशास्त्र व वनस्पतिशास्त्र जीवशास्त्राच्याच शाखा आहेत. या दोन शाखांचें ज्ञान जीवशास्त्राच्या ज्ञानाला अत्यावश्य आहे.

(५) मनुष्याची आणि इतर प्राण्यांची तुलना करून त्यांचा दर्जा ठरविण्यासाठीं प्राणिशास्त्राची जरूरी आहे.

(६) पृथ्वीचा इतिहास, तिचा काल व निरनिराळ्या अवस्था समजण्यास या शास्त्राध्ययनाचा विशेष उपयोग होतो.

(७) डार्विनचा विकासवाद प्राण्यांच्या सूक्ष्म अवलोकनापासून निघाला. हा विकासवाद समजण्याला प्राणिशास्त्रांत गति पाहिजे.

(८) प्राण्यांची चांगली निपज कशी करावी, कोणत्या हवेंत कोणते प्राणी राहूं शकतात, अति दूरच्या दोन प्रदेशांत एकाच जातीचे प्राणी कसे असतात वगैरे ज्ञान या शास्त्रापासून होतें.

(९) प्राण्यांचा विश्वाशीं, विश्वकर्त्याशीं व मनुष्याशीं काय संबंध आहे, त्यांची उत्पत्ति कशी आहे व त्यांचा उपयोग किती आहे हें प्राणिशास्त्रावरून चांगलें समजतें.

(१०) तुलनात्मक शारीर व निदानशास्त्रांत शोध होण्यासाठीं व निसर्गाचा इतिहास समजण्यासाठीं प्राणिसंग्रहालयाची आवश्यकता भासते; व अशा संग्रहांतील प्राण्यांच्या जोपासनेसाठीं व वाढीसाठीं प्राणिशास्त्रज्ञ तेथें असावा लागतो.

प्रकरण १६ वें.

महाराष्ट्रीय महत्त्वाकांक्षा आणि तन्मूलक वैज्ञानिक व इतर कर्तव्यें.

महाराष्ट्राची राजकीय आणि सामाजिक बाबतींत स्वायत्तता संपादन करण्याची जशी महत्त्वाकांक्षा आहे तशी ज्ञानविषयक बाबतींतहि आहे. ती महत्त्वाकांक्षा येत्या दहाबारा वर्षांत आपण निश्चयानें पार पाडली पाहिजे. यासाठीं आज कांहीं तरी कार्यक्रम आंखून रस्त्यास लागणें अवश्य आहे. ज्ञानविषयक स्वायत्ततेखेरीज राजकीय स्वायत्तता टिकविणें अशक्य आहे. महात्मा गांधींनीं स्वतंत्रतेच्या भावनांचा राष्ट्रीय स्वातंत्र्याशीं निकट संबंध लोकांस पटविला आहे. पण ज्ञानविषयक स्वातंत्र्याचा एकंदर स्वातंत्र्याशीं संबंध लोकांस अजून पटला नाहीं. ज्ञानविषयक स्वायत्तता मिळवावयाची म्हणजे काय करावयाचें याची स्पष्ट कल्पना येण्यासाठीं आज आपल्या ज्ञानविषयक उणीवी समजून घेतल्या पाहिजेत. आपल्या उणीवींचें ज्ञान जितकें स्पष्ट होईल तितकें आपण कार्य करण्यास जोरानें लागूं; आणि जे कार्य करीत असतील त्यांशीं सहकारिता करूं शकूं.

ज्ञानविषयक स्वायत्तता व राजकीय स्वायत्तता.- आपणांस कोणतेंहि कार्य करावयाचें झालें म्हणजे आपण तज्ज्ञांच्या तावडींत सांपडतों. आपणांस राजकीय हक्क किती जरी मिळाले आणि आपल्या लोकांत निरनिराळ्या विषयांचे तज्ज्ञ नसले म्हणजे आपणांवर परकीय तज्ज्ञ हवींतशी सत्ता गाजवूं शकतात. यासाठीं प्रत्येक विषयाचे तज्ज्ञ आपल्याकडे तयार झाले पाहिजेत. याशिवाय आपली स्वायत्तता चांगल्या तऱ्हेनें स्थापित होणार नाहीं हें उघड होय. स्वतःस ज्ञान असल्याशिवाय पाश्चात्य ज्ञानी वर्गाची किंवा त्यांच्या विचारांची उपेक्षा करणें हें केवळ औद्धत्य आहे एवढेंच नव्हे तर अत्यंत नुकसानकारकहि आहे. देशांत ज्ञानाचा प्रसार चांगला

झाला नसला आणि प्रत्येक नवीन विचार तपासून पहाणारा शास्त्रज्ञ वर्ग नसला, किंवा वर्ग असून त्यास साधनें नसलीं म्हणजे देशांत एक विलक्षण परिस्थिति निर्माण होते. एकतर अगदींच अशिक्षित वर्गांच्या अंगीं केवळ औद्धत्य उत्पन्न होतें; आणि बुद्धीनें आणि ज्ञानानें त्याच्या वरच्या वर्गास परकीय पंडितांशीं व शोधकांशीं वागतांना पुष्कळदां मुकाट्यानें बसावें लागून सर्व समाजांत एक तऱ्हेची परकीय पांडित्याविषयीं भीतियुक्त वृत्ति उत्पन्न होते. आपल्या देशांत या दोन्ही प्रकारच्या वृत्ती असून स्वतंत्र बुद्धीच्या राष्ट्राला साजेल अशी वृत्ति मुळींच आढळून येत नाहीं.

शास्त्रीय पद्धतीचा व्यवहारांत उपयोग.— आपल्या सामाजिक, राज्यव्यवस्थात्मक व अर्थोत्पादनात्मक व्यवहारांत शास्त्रीय पद्धति सुरू झाली पाहिजे. व्यवहार पद्धतशीर करणें ही गोष्ट आपल्याकडे दिसत नाहीं; कां कीं, तो पद्धतशीर करण्यासाठीं व्यवहारांतील वर्ग सुशिक्षित करावा लागतो. हिंदी लोकांस अधिक कार्यक्षम करून त्यांच्याकडून जग जिंकण्याची आकांक्षा आपल्या सरकारास नसल्यानें सरकारकडून हा प्रयत्न झाला नाहीं. आपल्या देशांतील प्रजेस उत्तम शिक्षण देऊन कार्यक्षम करणें, अपमृत्यु टाळणें, आणि यासाठीं अपत्य उत्पन्न झाल्यापासून त्यावर होणारे संस्कार आणि त्याची जोपासना यांच्याकडे लक्ष देऊन अपत्यसंवर्धन पद्धतींत सुधारणा करीत जाणें; अज्ञानामुळें होणारा अपत्यनाश बंद पाडणें; शिक्षणपद्धतींत सुधारणा करून, फालतू शिक्षण बंद करून, योग्य आणि हितावह असेंच शिक्षण सुरू करणें; देशांतील द्रव्योत्पादक धंदे अधिक शिस्तवार करण्यासाठीं मागसलेल्या म्हणजे नुकसानीच्या उत्पादनपद्धति नष्ट करणें;देशांतील लोकसंख्येच्या वृद्धीसाठीं आणि वृद्धींत सुधारणा व्हावी, म्हणजे सुप्रजोत्पादनक्षम लोक विवाहित व्हावे आणि क्षयानें किंवा दुसऱ्या कोणत्या संततीस भोंवणाऱ्या रोगानें पछाडलेल्या लोकांचीं लग्नें होऊं नयेत, म्हणून योग्य कायदे बनविणें; देशांतील लोकांमध्यें चौर्य, वेश्यावृत्ति इत्यादि अनुत्पादक किंवा समाजनाशक धंद्यांत पडणाऱ्या लोकांची संख्या कमी होईल याबद्दल खटपट करणें; या दृष्टीनें सर्व आयुष्य शास्त्रीय पद्धतीवर आणण्याची खटपट जोरानें सुरू झाली पाहिजे.

शास्त्रीय ज्ञान संपादन करण्याची आवश्यकता.— ही सुधारणा कशी व्हावी याचें ज्ञान शास्त्र शिकल्याशिवाय होत नाहीं जनतेंत शास्त्रीय वृत्ति प्रसृत होण्यासाठीं समाजांतील अनेक वर्गांत, एवढेंच नव्हे तर कांहीं अंशीं सर्व वर्गांत शास्त्रीय ज्ञानाविषयीं जिज्ञासा आणि आदर उत्पन्न केल्याशिवाय, आणि अनेकशास्त्रपारंगत लोक देशांत असल्याशिवाय, आयुष्यांच्या किंवा व्यवहाराच्या प्रत्येक अंगांत शास्त्रीय पद्धति कशी उत्पन्न होणार?

आयुष्यक्रमांतील प्रत्येक अंगास शास्त्रीय ज्ञानाची जोड कशी मिळाली पाहिजे हें आज विशेष सांगण्याचें प्रयोजन नाहीं. मनुष्याची आयुर्मर्यादा अधिक वाढावी म्हणून शरीररक्षणविषयक शास्त्रीय ज्ञान लोकांत, विशेषेंकरून स्त्रियांत, अधिक प्रसृत झालें पाहिजे हें कोणीहि कबूल करील. घर बांधण्याची गोष्ट घेतली, तर अनेक तऱ्हेचें शास्त्रीय ज्ञान म्हणजे पूर्वींच्या लोकांनीं घेतलेला आणि व्यवस्थितपणें मांडलेला अनुभव अवश्य झालाच. घर बांधण्याची क्रिया प्रत्येकास करावी लागत नाहीं, तरी घर पसंत करण्याची करावी लागते. यासाठीं प्रत्येकास आरोग्यविषयक दृष्टीनें घराकडे पहाण्याची संवय लागली पाहिजे, या प्रकारच्या ज्ञानाची पुरुषांपेक्षां स्त्रियांस अधिक आवश्यकता आहे. प्रत्येक घरांत दिव्यासाठीं वीज लवकरच शिरणार, तेव्हां अपघात टाळण्यासाठीं तद्विषयक कांहीं तरी ज्ञान सार्वत्रिक झालें पाहिजे. ही सामान्य व्यक्तीची गोष्ट झाली. राष्ट्राची गोष्ट घेतली तर शास्त्रीय तयारी अधिक जय्यत पाहिजे. पृथ्वीवर नवीन रोग, नवीन संकटें नेहमींच येतात,त्यांशीं झगडण्यासाठीं शास्त्रीय संशोधन नेहमीं चालूच असलें पाहिजे. देशांतील अदृश्य संपत्तीची पाहणी होत असली पाहिजे. सरकारानें आपल्या देशांत निरनिराळ्या पहाण्या केल्या त्या सर्व आवश्यक आहेत. आणि जसजसे नवीन शोध लागतील तसतशा निरनिराळ्या दृष्टींनीं पहाण्या कराव्या लागतील. आपल्या देशांतील खनिज संपत्ति किंवा उद्भिज्ज संपत्ति रासायनिकशास्त्रांच्या प्रसाराशिवाय आणि विकासाशिवाय आपणांस कशी उपयोगितां येणार? देशांत जे जीव मनुष्याचे शत्रू आहेत त्यांचे शत्रू शोधणें हें एक व्यावहारिक प्राणिशास्त्राचें काम असतें. जर प्राणिशास्त्र वृद्धिंगत झालें नाहीं तर शत्रूंचे शत्रू कसे काढतां येणार? या सर्व गोष्टी आपणांस करतां याव्या म्हणून भौतिक शास्त्रांचा परिचय चांगलाच पाहिजे. शिवाय आपल्या देशांतील लोकांस जगांत उच्च पदवी मिळवावयाची आहे, ती मिळविण्यास लागणाऱ्या राजनीतीचा आपणांस अधिकाधिक अभ्यास नको काय? अनेक शोध लागले, पण त्या शोधांचा फायदा घेण्यास आपणांस ज्या मोठमोठ्या संस्था तयार कराव्या लागतील त्या तयार करण्यासाठीं लागणाऱ्या अर्थशास्त्राचा आणि तदनुयायी कायदेशास्त्राचा आपणांस अभ्यास नको काय? आपल्या देशांत उत्पन्न होणाऱ्या वस्तूंना जगांत कोठें खप आहे हें समजण्यासाठीं जगाच्या बाजाराची आणि जगांतील विविध क्रियांची माहिती नको काय ? आपणांस आपलें अभ्यासक्षेत्र आपल्या देशापुरतें नियमित करूनहि चालावयाचें नाहीं, तर सर्व जगाचें अर्थशास्त्र आणि शासनशास्त्र शिकलेंच पाहिजे. आपला व्यापार जगांतील एकंदर उलाढालींवर जर अवलंबून आहे, तर सर्व जगाची परिस्थिति आपणांस अवश्य जाणिली पाहिजे; आणि जगद्विवर्तांतील एकंदर क्रियांपैकीं कोणत्या क्रियेचे आपण अंश आहोंत हें आपणांस समजलें पाहिजे.

या तऱ्हेचा व्यापक अभ्यास आपणांस कसा करतां येईल, या तऱ्हेचें व्यापक ज्ञान देणाऱ्या संस्था आपल्या देशांत

कोठें आहेत, इत्यादि विचार मनांत आणून स्वस्थ बसून फायदा नाहीं. प्रत्येकानें आपआपला धंदा अधिक व्यापक पद्धतीनें करावयास आणि तो करतांना अधिक शास्त्रीय पद्धति स्वीकारावयास बद्धपरिकर झालें पाहिजे. युनिव्हर्सिटींत माणसें तयार होऊन तीं पुढें कामास येतील ही आशा व्यर्थ आहे. युनिव्हर्सिट्या किंवा इतर शिक्षणसंस्था लोकांस अपरिचित धंद्याचें शिक्षण देतील आणि लोकांचा कार्यक्रम अधिक व्यापक करतील हा केवळ भ्रम आहे. शिक्षणसंस्था नवीन तऱ्हेचा माणूस किंवा नवीन प्रवृत्ति उत्पन्न करण्यासाठीं नाहींत. देशांत विशिष्ट तऱ्हेच्या माणसांची गरज लागली म्हणजे ती गरज पुरविण्यासाठीं आहेत.

आपल्या युनिव्हर्सिट्यांची गुन्हेगारी.—आपल्या देशांतील युनिव्हर्सिट्या म्हणजे निर्दोष आहेत आणि त्या आपलें कर्तव्यकर्म बजावीत आहेत असें मात्र नाहीं. त्यांत पुष्कळच सुधारणा झाल्या पाहिजेत. त्यांची आजची स्थिति अशी आहे कीं तीबद्दल कोणत्याहि सुशिक्षित राष्ट्रास लज्जाच उत्पन्न व्हावी.

येथील युनिव्हर्सिट्यांची सुधारणा होण्यास फार दिरंगाई होत आहे. सर्व हिंदुस्थानांत, कलकत्ता युनिव्हर्सिटीच्या अंतर्गृहांत असलेल्या एखाददुसऱ्या व्यक्तीशिवाय सध्यां उच्च शिक्षणाच्या सुधारणेविषयीं अत्यंत आस्था बाळगणारा असा मनुष्य दिसत नाहीं. युनिव्हर्सिटी म्हणजे बारभाईचें खातें अशीच सर्वत्र परिस्थिति आहे. येथील युनिव्हर्सिट्यांनीं अमेरिका आणि जर्मनी येथें प्रचलित असलेली शिक्षण व परीक्षा यांची पद्धति अजून स्वीकारली नाहीं; उदाहरणार्थ, एखादा विद्यार्थी एका विषयांत परीक्षेंत उत्तीर्ण झाला नाहीं म्हणजे त्याचें सर्व वर्ष फुकट जातें. तें तसें जाऊं नये यासाठीं अमेरिकेंत जी पद्धति प्रचलित आहे ती अशीः जितके विषय विद्यार्थी शिकतो व जितक्यांत उत्तीर्ण होतो, तितके त्याच्या खात्यावर जमा होतात. त्याचे एकंदर अमुक इतके विषय तयार झाले म्हणजे त्यास पदवी मिळते; व त्याचें कालेजांतील स्थान त्याच्या आगमनोत्तर वर्षांनीं मोजतात. यामुळें राष्ट्रांतील तरुण पिढीचें नुकसान बरेंचसें वांचवितां येतें. या सुधारणेसारखी अल्प सुधारणा देखील आपल्या एखाद्या युनिव्हर्सिटीनें केली नाहीं. ही युनिव्हर्सिट्यांची विद्यार्थ्यांविरुद्ध गुन्हेगारी तपेंच्या तपें चालू आहे. ज्यांचेवर अकालींच स्वतःच्या अगर कुटुंबाच्या पोषणाची जबाबदारी येऊन द्रव्यार्जन करावें लागतें, अशा लोकांच्या दुय्यम. किंवा उच्च शिक्षणाची तजवीज पाश्चात्य देशांप्रमाणें इकडील युनिव्हर्सिट्यांनीं सकाळीं रात्रीं, किंवा सुटींत शिकवणाऱ्या शाळा व कॉलेजें काढून केली पाहिजे. देशी भाषेंत अध्यापन करण्याकडेहि युनिव्हर्सिट्यांनीं हट्टानें दुर्लक्ष केलें आहे असें म्हटले तरी चालेल. संस्कृताच्या ऐवजीं मराठी येऊं देणें म्हणजे ब्राह्मणसंस्कृतीच्या ऐवजीं शूद्रसंस्कृति स्वीकारण्यास परवानगी देणें, हें काम मात्र युनिव्हर्सिटीनें केलें आहे; आणि तेवढ्यावरच भाळून देशी भाषेस युनिव्हर्सिट्यांत स्थान मिळालें म्हणून कांहीं मंडळी आनंदली आहेत.

युनिव्हर्सिट्यांकडून शास्त्रीय ज्ञानाचा विकास होत नाहीं. एवढेंच नव्हे तर शिक्षण परमार्थेतून चाललें असल्यामुळें देश्य संस्कृतीचाहि विकास होत नाहीं ही गोष्ट सांगावयास पाहिजे असें नाहीं. आपल्या देशाच्या इतिहासाचें ज्ञान वृद्धिंगत करण्याचें काम या युनिव्हर्सिट्यांनीं हातीं घेतलें आहे म्हणावें तर हीं विद्यापीठें तिकडेहि लक्ष देत नाहींत. महाराष्ट्राच्या इतिहासाविषयीं येथील युनिव्हर्सिट्यांनीं कितपत आस्था दाखविली आहे? किंवा ज्या संस्था या प्रकारच्या अभ्यासास उत्तेजन देतात त्या संस्थांशीं कितपत नातें जुळविलें आहे ? आपल्याकडे संस्कृत वाङ्मयाचा व भाषेचा देखील पद्धतशीर अभ्यास नाहीं; अवेस्तीवाङ्मयाचा नाहीं; चिनी, इजिप्ती, प्राचीन असुरी यांची कथा तर मुळीं विचारावयासच नको. आपणांस आपल्या देशांतील इतिहासाचाच अभ्यास व संशोधन करून स्वस्थ बसतां येणार नाहीं. आपला इतिहास आपणांस कळवयास पाहिजे असेल, तर त्याबरोबर इतर प्राचीन व अर्वाचीन राष्ट्रांच्या वाङ्मयाचा, भाषांचा, कायदेपद्धतींचा व इतिहासाचा सर्वसामान्य अभ्यास वाढविला पाहिजे. इतकेंच नव्हे तर यूरोपांतील मृत भाषांचाहि आपणांस अभ्यास पाहिजे. कांहीं ज्ञानक्षेत्रांत आपणांस प्रथमस्थान, तर कांहींत दुय्यम प्रकारचें पण महत्त्वाचें स्थान पाहिजे.

आपलें मूलगृहकालीन व पर्शुभारतीयकालीन अभ्यासाकडे दुर्लक्ष.—हिंदुस्थान हाच देश आतां अवेस्ती अभ्यासाचें मुख्य स्थान झाला पाहिजे. आज झरथुष्ट्र संप्रदायाचे लोक जितके हिंदुस्थानांत आहेत तितके इराणांतहि नाहींत. तथापि अवेस्ती भाषेचा अभ्यास संस्कृतज्ञ पंडितांनीं करण्यास अनुकूल असें स्थान नाहीं, व पारशांच्या धर्मग्रंथांचा अभ्यास केलेले हिंदू सर्व महाराष्ट्रांत मुळींच नाहींत भारतीयांच्या प्राचीन संस्कृतीचें आणि इराणी लोकांच्या प्राचीन संस्कृतीचें सादृश्य कळून त्यावर यूरोपांत ग्रंथ होऊं लागल्याला शंभरावर वर्षे होऊन गेलीं; तथापि संस्कृत व अवेस्ती या दोन्ही भाषांचा अभ्यास करणारा हिंदु एकहि होऊन गेला नाहीं. एवढेंच नव्हे, तर सध्यांच्या हिंदूंमध्यें पारशांच्या धर्मग्रंथांविषयीं फारशी जिज्ञासाहि जागृत झालेली दिसत नाहीं. त्यामुळें पर्शुभारतीय कालासंबंधानें जें संशोधन यूरोपीय लोक करतात तें आपणांस निमूटपणें ऐकून घ्यावें लागतें. पारशांनीं हिंदूंच्या संस्कृतीचा अभ्यास करून पर्शुभारतीय संस्कृतीचा अभ्यास करण्यामध्यें फारशी अधिक मजल मारली असें म्हणतां येत नाहीं. पण एवढें म्हणतां येईल कीं, अवेस्ता जाणणाऱ्या हिंदूंपेक्षां संस्कृत जाणणारे पारशी अधिक होऊन गेले. ही पर्शुभारतीय कालासंबंधानें स्थिति झाली. मूलगृहकालीन

परिस्थितीचा अभ्यास करणारा असा एकच पंडित आपल्यामध्यें निघाला; आणि तो म्हटला म्हणजे लो. बाळ गंगाधर टिळक हा होय. तथापि या पंडिताची भिस्त बहुतेक सर्वांशीं वेदाभ्यासावरच होती.

लॅटिन, ग्रीक वगैरे यूरोपांतलि प्राचीन व अर्वाचीन भाषा यांचा अभ्यास करणारे संस्कृतज्ञ कोणीच निघाले नाहींत असें म्हटलें तरी चालेल. कोणी संस्कृताच्या ऐवजीं लॅटिन शिकत असे एवढेंच. येथील शिक्षणक्रमाची अशी स्थिति आहे कीं, कोणती भाषा आपण शिकावी या बाबतींत युनिव्हर्सिट्या येथील विद्यार्थ्यांस विकल्प ठेवितात. विद्यार्थ्यांनीं पाहिजे ती एक भाषा निवडून शिकावयास घ्यावी व ही निवड त्यानें आपल्या वयाच्या तेराव्या चौदाव्या वर्षी करावी. ती निवड केली म्हणजे त्या निवडीच्या तंत्रानें त्यानें चाललें पाहिजे. दोन तीन भाषा शिकण्याची आणि प्रौढ वयांत भाषा शिकवण्याची सवड येथील युनिव्हर्सिट्या मुळींच ठेवीत नाहींत. यामुळें आपल्याकडे अनेक भाषाकोविद पंडित निर्माण झाले नाहींत; आणि त्यामुळें भाषाशास्त्राचा अभ्यास आणि तदनुषंगानें होणारें इतिहाससंशोधन हें उत्पन्नच झालें नाहीं.

मूलगृहकालीन आणि पर्शुभारतीयकालीन इतिहासाविषयीं अभ्यास करतांना आज भारतीयांस वरील कारणांमुळें परक्यांच्या ओंजळीनें पाणी प्यावें लागत आहे; आणि हीं कारणें जोरानें दूर केलीं जाईपर्यंत असेंच प्यावें लागणार हें उघड आहे.

वैदिक व बौद्धकालीन वाङ्मयाच्या अभ्यासांतील परावलंबीपणा.—भारतीय इतिहासाच्या दृष्टीनें तदुत्तरकाल म्हटला म्हणजे वैदिक काल होय. या काळाच्या सुमारास भारतीय आणि भारतावाहेरचे लोक यांचा संबंध तुटला नसल्या कारणानें वैदिक संस्कृतीच्या अभ्यासास मूलगृहकालविषयक व पर्शुभारतीयकालविषयक अभ्यासाप्रमाणेंच बाहेरच्या संस्कृतींच्या अभ्यासाचीहि आवश्यकता असते. पण तो तर अभ्यास आपला मुळींच नसल्यामुळें वेदविषयक ऐतिहासिक अभ्यासाच्या बाबतींत देखील आपणांस परकीय पंडितांशीं भीत भीतच स्पर्धा करावी लागते. आणि आपलें मत खरें म्हणण्यास पुष्कळांच्या हातीं औद्धत्याशिवाय दुसरा उपाय रहात नाहीं. सायणास अविश्वसनीय ठरवून आपलें मत पाश्चात्य संशोधकानें निराळें दिलें, म्हणजे त्याचें काम तपासण्याची आपल्या लोकांस सोय नसल्यामुळें उद्धत किंवा भावप्रधान लेखास सुरुवात झालीच. तीच स्थिति वेदोत्तर कालासंबंधानें आहे. महाभारत व रामायण यांच्या कथांचीं हिंदुस्थानच्या पूर्वेकडील आणि पश्चिमेकडील भाषांत भाषांतरें झालीं असल्यामुळें पाश्चात्यांचीं कालनिर्णायक विधानें आपणांस निमूटपणें ऐकून घ्यावीं लागतात. केवळ शहानामासारखा फारसी ग्रंथ घेतला तरी त्याचे अभ्यासक आपणांत कोठें आहेत? शहानाम्यांतील कथांत भारतीय अंश किती आहे याचें भारतीय पंडितांकडून: कितपत परीक्षण झालें आहे? बौद्ध ग्रंथांसंबंधानें तर आपलें व्यंग फारच अधिक दिसून येतें. पालीभाषेचा अभ्यास दहा वर्षे आपल्याकडे जरासा झाला आहे. तथापि संबंध त्रिपिटक वाचून काढलेले आणि त्याबरोबर संस्कृतमध्येंहि प्रवीण्य असलेले असे पंडित आपल्यांत कोठें आहेत? बौद्ध संप्रदायावर ऐतिहासिक दृष्टीनें चांगला परिश्रम केला आहे असा पंडित आपल्यांत कोण आहे? या संप्रदायाचा ऐतिहासिक अभ्यास करावयाचा म्हणजे, ब्रह्मदेश, चीन, जपान, कोरिया, तिबेट इत्यादि देशांत जे ग्रंथ झाले ते पहावयाचे; पण ते पहाण्यास अवसर करून घेणारा असा पंडितवर्ग कोठें आहे?

बुद्धोत्तरकालीन वाङ्मयाच्या अभ्यासाची स्थिति.—बौद्ध संप्रदायाचा अभ्यास देखील आपल्यांत नाहीं. त्याच्या नंतरचा काल म्हणजे ग्रीकांशीं संबंध उत्पन्न झालेला काल या काळामध्यें जें भारतीय वाङ्मय झालें तें अभ्यासलेला वर्ग थोडाबहुत दिसूं लागला आहे. चाणक्याच्या ग्रंथाचा अभ्यास दोन चार अभ्यासकांनीं बंगाल्यांत केला आहे. याच्यानंतरच्या काळाचा अभ्यास म्हटला म्हणजे चिरंजीवी लिखाणांचा अभ्यास. यास प्रारंभ यूरोपीय पंडितांनीं करून दिला व त्यांची परंपरा थोडीबहुत आपल्या लोकांनींहि उचलली. जुने ताम्रपट व शिलालेख वाचण्यांत ज्यांनीं कौशल्य दाखविलें अशा लोकांमध्यें वीस पंचवीस भारतीय नांवें निघतील. हा अभ्यास वाढत आहे; आणि या अभ्यासाच्या उत्तेजनार्थ एक सरकारी खातें असल्यामुळें हा अभ्यास दिवसानुदिवस उत्कर्ष पावेल अशी आशा वाटत आहे. या बाबतींत भारतीयांचें स्वातंत्र्य थोडेंबहुत स्थापन झालें आहे. पण जेव्हां स्थानिक अभ्यासाशीं परकीय अभ्यासाचा निकट संबंध येतो तेव्हां आपली मंडळी त्या वादकक्षेच्या बाहेर राहूं इच्छितात. स्पूनरनें जेव्हां चंद्रगुप्तकालीन भारतीय कलेचें बाह्यत्व दाखविणारीं प्रमाणें पुढें मांडलीं तेव्हां त्या प्रमाणांचें काळजीपूर्वक परीक्षणहि कोणीं केलें नाहीं. केवळ संस्कृत वाङ्मयाच्या अभ्यासाकडे लक्ष दिलें, तर निरनिराळ्या ग्रंथांचें पौर्वापर्य तपासणें इत्यादि बाबतींत भारतीय विद्वानांनीं आपली मति निर्भय ठेवली आहे. आणि तेवढ्या बाबतींत ते स्वातंत्र्य दाखवितात असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. वैय्याकरणांच्या ग्रंथांचा ऐतिहासिक अभ्यास करणारांमध्येंहि कांहीं प्रमुख भारतीय विद्वान् आहेत.

महाराष्ट्राच्या इतिहासास फारसी, फ्रेंच, पोर्तुगीज, जर्मन भाषांच्या अभ्यासाची आवश्यकता.—मुसुलमानांच्या संस्कृतीचे अभ्यासक महाराष्ट्रीयांत आज मुळींच नाहींत. महाराष्ट्रीयांनीं फारसी भाषेचा अभ्यास केला पाहिजे. त्याशिवाय देशाच्या इतिहासाच्या बऱ्याचशा भागावर महाराष्ट्रीयांस अधिकारयुक्त वाणीनें बोलतां येणार नाहीं. मराठ्यांचा इतिहास जरी घेतला तरी त्याच्या अनेक बाजू पद्धतशीरपणें अभ्यासण्यासाठीं पोर्तुगीज, फ्रेंच, जर्मन,

इंग्लिश, फारसी इत्यादि भाषांतील कागद पहावे लागतील. प्रत्येक राष्ट्राचीं मराठ्यांशीं चाललेलीं कारस्थानें समजण्यासाठीं स्पर्ध्यमान राष्ट्रांतील अन्योन्य व्यवहार पहावे लागतात. या साठीं त्या त्या राष्ट्रांचा इतिहास आणि राजकारण मराठ्यांच्या इतिहासाच्या संशोधनास अवश्य आहेतच.

वरील विवेचनावरून असें दिसून येईल कीं, बौद्धिक बाबतींत आपणांस एकांगीपणा ठेवून किंवा नियमित क्षेत्र ठेवून चालावयाचें नाहीं. आपणांस जगांतील सर्व प्रकारच्या ज्ञानक्षेत्रांत निकरानें पडलें पाहिजे, आणि तसें पडण्यासाठीं आपल्या शिक्षणसंस्था, ग्रंथालयें आणि प्रयोगशाळा सुधारल्या पाहिजेत. आपल्या राष्ट्रास स्वायत्तता हवी असेल तर आणखी असेंहि केलें पाहिजे कीं, सिव्हिलसर्व्हिसच्या नोकऱ्या आपल्या लोकांस मिळाव्यात म्हणून आपण जशी खटपट करतों तशीच खटपट करून सरकारच्या शास्त्रीय खात्यांत आपले लोक घुसविले पाहिजेत. आणि राष्ट्र मागें राहूं नये म्हणून पहिल्या प्रतीचे लोक शास्त्रीय अभ्यासाच्या मागें लागले पाहिजेत.

आपल्या आयुर्नियमनांतील दोष व तें शास्त्रानुसार करण्याची आवश्यकता.—प्रस्तावनाखंडाच्या पहिल्या भागाच्या शेवटीं इतिकर्तव्यता म्हणून दहा उपप्रकरणांचा लेख दिला आहे. त्या लेखामध्यें समाजशास्त्र, शासनशास्त्र व अर्थशास्त्र या तीन शास्त्रांचा व्यावहारिक उपयोग अंशतः दिला आहे. आपणांस आयुर्नियमन शास्त्रानुसार केलें पाहिजे हें तत्त्व फार जुनें आहे. धर्मशास्त्र हें सर्व शास्त्रांचें सार आहे असें जे धर्मशास्त्रवेत्ते म्हणत, त्याचा अर्थ हाच कीं योग्य काय किंवा अयोग्य काय याचें ज्ञान उर्फ धर्मज्ञान हें अनेक शास्त्रांच्या ज्ञानांवर अवलंबून असणार. शास्त्रांचा विकास थांबला म्हणजे धर्मशास्त्रांची प्रगति खुंटली; आणि समाज कांहीं जुनाट खुळचट नियमांनीं बद्ध झाला असें समजावें. आपण खावें काय, शरीरशोधन कसें करावें, लोकांशीं कसें वागावें, बायको कशी करावी, स्त्रीसंभोग केव्हां करावा, इत्यादि अनेक गोष्टींविषयीं म्हणजे ज्या गोष्टी वैद्यकादि शास्त्रांचा विषय आहेत अशा गोष्टींविषयीं—धर्मशास्त्राकडून उपदेश केला जातो. आपण काय खावें व काय खाऊं नये या विषयींचे जे अनेक नियम आहेत ते सर्व जुनेच आहेत असें नाहीं. कित्येक १८व्या अगर १९व्या शतकांत झालेले आहेत व धर्मशास्त्र म्हणून लोकांच्या बोकांडीं बसलेले आहेत. उदाहरणार्थ, भुईमुग, रताळीं, बटाटे, मिरच्या हीं अमेरिकेंतून हिंदुस्थानांत आलेलीं पिकें उपवासाला चालतात हें कोणत्या शास्त्रवेत्त्यांनीं सांगितलें व सांगणाऱ्याची लायकी ती काय? साबुदाण्याची तीच गोष्ट; हीहि परदेशांतून येणारी वस्तु होय. असले नियम सार्वत्रिक आहेत असें मुळींच नाहीं. आपल्याकडे बटाटे उपासाला चालतात तर बंगालमध्यें जुने लोक बटाटे कांद्याप्रमाणें निषिद्ध मानतात. त्याचप्रमाणें पपईच्या फळाची उपवासदिनार्हता केव्हां सिद्ध झाली? पुष्कळशा जुन्या लोकांस मसूर किंवा वेलवांगीं (टोमॅटो) खाण्यास प्रत्यवायी वाटतो तो कां, तर हीं मांससदृश दिसतात म्हणून. या अनेक गोष्टींचें परिशीलन करतां आपणांस असें दिसून येईल कीं, समाजांतील आजचा ग्राह्याग्राह्य विचार जो ठरला आहे त्यांत बराचसा भाग फारसा जुनाहि नाहीं, किंवा वैद्यकास साहाय्यक असलेल्या शास्त्रांच्या कसोट्या लावूनहि तो ठरविलेला नाहीं. आपणांस आपला आयुष्यक्रम सुखानें न्यावयास १००।१५० वर्षांपूर्वीच्या, शास्त्रास पारखे असलेल्या खेडवळ भटजींकडून निघालेल्या, नियमांनीं बांधून घेऊन उपयोगी नाहीं. आज आपलें आयुष्याचें नियमन आपण आजच्या ज्ञानानें केलें पाहिजे. शेंकडों वर्षांपूर्वी वस्तुविषयक ज्ञान अगर अज्ञान असेल त्यावर रचलेले विधिनिषेध कायम ठेवणें म्हणजे आत्महत्येचा व स्वजनहत्येचा संभावित प्रकार होय. अर्थात् कर्तव्यज्ञानासाठीं सर्वशास्त्रविकास देशास अवश्य आहे.

निरनिराळ्या शास्त्रांचा आयुष्याशीं संबंध व आपलें कर्तव्य.—निरनिराळ्या शास्त्रांचा आयुष्याशीं संबंध कसा काय पोंहोंचतो याचें विवेचन अंशतः तरी मागें इतिहास देतांना येऊन गेलेंच आहे. आपल्या देशाचा वैज्ञानिक विकास व्हावयाचा म्हणजे आज जीं शास्त्रें समृद्ध झालेलीं आहेत त्यांपैकीं प्रत्येकाचे एक दोन तरी प्रतिनिधी देशास पाहिजेत. प्राणिशास्त्राच्या अनेक अंगांवर व्यासंग करणारे शेंपन्नास लोक पाहिजेत; वनस्पतिशास्त्राच्या निरनिराळ्या अंगांस वाहून घेतलेले जवळ जवळ तितकेच लोक हवेत; पदार्थविज्ञान, रसायन इत्यादि शास्त्रांसाठीं तशीच व्यासंगी लोकांची आवश्यकता आहे. अनेक रसायनशास्त्रज्ञ व पदार्थविज्ञानी देशांत काम करीत असल्याशिवाय उद्योगधंद्यांत किंवा वैद्यकांत वारंवार उत्पन्न होणाऱ्या अडचणी सोडविल्या जाणार नाहींत. ज्योतिषशास्त्राचाहि मनुष्यहितांशीं संबंध येतो, पण तो फलज्योतिषी म्हणतात त्याहून निराळ्या कारणांसाठीं येतो. सूर्यासंबंधीं पृथ्वीच्या कक्षेवर व स्थितीवर, किंबहुना स्वतः सूर्याच्या अंतर्गत परिस्थितीवरहि, पृथ्वीचें हवामान अवलंबून असतें. आणि हवामानावर पिकें अवलंबून असतात. यामुळें सूर्याच्या देखील हालचालीवर दृष्टि ठेवणें लोकांचें कर्तव्य आहे, व म्हणून आपल्या देशांत ज्योतिषशास्त्रीहि पाहिजेत. सर्व प्रकारचीं शास्त्रें एकमेकांशीं संलग्न असल्यामुळें आपणांस कोणतेंच शास्त्र दुर्लक्षितां यावयाचें नाहीं. सर्व शास्त्रांचे प्रतिनिधी आपल्या देशांत पाहिजेत; व ते आपल्या जनतेंतच रहाणारे व आपली भाषा बोलणारे पाहिजेत. आपल्यांतील लोकांनां सहज जाऊन त्यांचा सल्ला घेतां येईल व जे लोकांच्या गैरसमजुती ओळखूं शकतील आणि दुरुस्त करूं शकतील असे लोकहितेच्छु शास्त्रज्ञ देशांत असल्याशिवाय देशाची प्रगति होणार नाहीं. अर्थात् हे शास्त्रज्ञ स्वजनांतूनच निघाले पाहिजेत. यूरोपांतील

शास्त्री हिंदुस्थानांत आणून त्यांचा उपयोग केला तर कांहीं अंशीं कार्य होईल; पण तो पुरवठा समाधानकारक नाहीं. तथापि जोंपर्यंत आपले लोक तयार झाले नाहींत तोंपर्यंत परक्या देशांतून शास्त्रज्ञ आणणें गैर होणार नाहीं. काळजी एवढीच घ्यावयाची कीं, आपण घोडा समजून गाढव विकत घेत नाहीं. हिंदुस्थानसरकारच्या शिक्षण खात्याकडून वरीचशी असली गैरखरेदी झाली आहे असें म्हटल्याशिवाय रहावत नाहीं. अनेक शास्त्रज्ञ देशांत जगविण्यास मोठाल्या रसायनशाळा व इतर शास्त्रांच्याहि प्रयोगशाळा स्थापन झाल्या पाहिजेत; आणि तेथें प्रथमतः जगांतील उत्कृष्ट माणसें पैदा करून आणण्याची तजवीज केली पाहिजे. तसेंच आपले विद्यार्थी सर्व देशांत जाऊन तेथून शिक्षण संपादून आले म्हणजे त्यांतील शास्त्रावर आसक्ति असणाऱ्यांनां असल्या संस्थांशीं चिकटवून टाकलें पाहिजे. परक्या देशांतील लोक मोठ्या पगारावर आणावयाचे, तर देशांतील प्रोफेसर उपाशीं मारावयाचें महाराष्ट्रीय व्रतहि चालू ठेवणें शक्य नाहीं.

समाजशास्त्रदृष्ट्या देशांतील व्यंगें.—या विभागांत शास्त्रविकासाचा इतिहास देण्यांत आला. पण समाजविषयकशास्त्रांचा इतिहास स्थलसंकोचामुळें देणें शक्य झालें नाहीं. आपल्या प्रगतीसाठीं समाजविषयक अनेक शास्त्रांची आवश्यकता आहे. त्यांच्या ज्ञानाशिवाय देशांत प्रगति चांगली व्हावयाची नाहीं हें सांगावयास नकोच. समाजशास्त्राचें व्यावहारिक स्वरूप लक्षांत येण्यासाठीं समाजशास्त्राच्या दृष्टीनें देशांतील व्यंगें आणि तसल्या व्यंगांस सुधारण्यासाठीं वापरावयाचे उपाय यांच्या माहितीच्या टीपा जोडतों.

अवलोकनकक्षा विस्तृत होण्यास एकंदर देशांत शास्त्रविकासाची अत्यंत जरूर आहे हें खरें; पण त्याबरोबर हेंहि लक्षांत ठेवलें पाहिजे कीं, देशांत जोंपर्यंत एकंदर उद्योगविषयक व्याप वाढलेला नाहीं तोंपर्यंत शास्त्रज्ञांची किंमतहि वाढावयाची नाहीं. जेव्हां एखाद्या शास्त्रीय शोधानें लाखों रुपये वांचवितां येतात अगर मिळवितां येतात, तेव्हां त्या शास्त्रीय शोधाची किंमत लोकांनां भासते; अशा गोष्टी देशांत वारंवार होऊं लागल्या म्हणजे शास्त्रीय ज्ञानास उत्तेजन देण्याची आवड धनिकांत उत्पन्न होते. कोणत्याहि उत्पादनविषयक शोधाचा फायदा घेण्यास उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर होत असलें पाहिजे. यासाठीं देशामध्यें मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन झालेंच पाहिजे. मागें (विभाग १ पृष्ठ ३५८ पहा) लहान प्रमाणाऐवजीं मोठ्या प्रमाणावर कारखाने चालविणें देशास अधिक हितावह आहे असें सांगितलें आहे. आणि 'कॉटेज इंडस्ट्री' वरील काव्य भ्रामक व देशघातकी आहे याचेंहि स्पष्टीकरण केलेंच आहे. 'कॉटेज इंडस्ट्री' वरचें भ्रामक तत्त्वज्ञान लोकांत रुचकर होतें याचें कारण तें तत्त्वज्ञान पुरुषवर्गाच्या दोन मनोवृत्तींस चेतना देतें. एक वृत्ति म्हणजे बायकांस राबविण्याची आणि दुसरी म्हणजे बायकोला पडद्यांत ठेवण्याची म्हणजे तिला घराबाहेर जाऊं न देण्याची. आर्थिक कल्याणाच्या दृष्टीनें मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन जसें प्रशंसनीय आहे तसें तें शास्त्रीय विकासाच्या दृष्टीनें प्रशंसनीय आहे.

मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन व्हावयाचें तें करण्यास द्रव्यसमुच्चय मोठा लागतो; आणि अनेक माणसांचें द्रव्य एकत्र करून त्याच्या साहाय्यानें उत्पादन करणें व योग्य तऱ्हेनें कार्य चालविण्यासाठीं सर्व सत्ता एका हातांत ठेवणें. यासाठीं योग्य माणसें उत्पन्न व्हावीं लागतात. तीं माणसें देशाचा व्याप अनेक प्रकारें वाढतां वाढतांच होतील.

महाराष्ट्रांत सध्यां भांडवलाची फारच अडचण पडते. आपल्या देशांतील श्रीमंत वर्ग म्हटला म्हणजे फक्त संस्थानिकांचा होय. मोठमोठे चाळवाले आणि व्यापारी यांच्यामध्यें महाराष्ट्रीय संख्या फारच थोडी आहे. गिरणीवाले महाराष्ट्रीयेतरच आहेत सावकार व जहागिरदार यांना जो वर्ग महाराष्ट्रीयांत आहे त्यांचा संबंध अर्वाचीन आयुष्यपद्धतीशीं फारच अल्प आहे. दोहोंचाहि मुंबईशीं संबंध फार क्वचित् येतो, व त्यामुळें एकंदर नवीन प्रकारच्या आर्थिक व्यवहाराशीं यांचा फारच थोडा संबंध असतो. देशांत चालू असलेल्या व्यापारी चढाओढींचें व्यापक स्वरूप त्यांनां समजत नाहीं. महाराष्ट्रीयांस व्यापारांत किंवा उद्योगधंद्यांत पडण्यास फारच अडचणी आहेत. ऑफिसांत कारकुनांची जागा आपल्या जातीच्या लोकांच्या हातीं ठेवण्यासाठीं नोकरीपेशाच्या लोकांत जी चुरस असते तिच्या किती तरी पट त्या लोकांस बाजारांत फिरकूं न देण्याबद्दल खटपट आहे. व्यापारीवर्गांत महत्त्वाचें स्थान पटकावण्यासाठीं जे मार्ग खुले आहेत त्यांमध्यें मुंबईचे अनेक बाजार, खाजगी परदेशाशीं व्यापार करणाऱ्या कंपन्यांतील नोकऱ्या, बँकांतील नोकऱ्या किंवा गिरण्यांतील नोकऱ्या या होत. या क्षेत्रांपैकीं अनेक क्षेत्रांकडे महाराष्ट्रीयांचें लक्षच गेलें नाहीं, व ज्या थोड्यांचें लक्ष गेलें त्या थोड्यांस आपला मार्ग आक्रमण करणें फारच कठिण होत आहे. निरनिराळ्या व्यापारी संस्थांमध्यें जे महाराष्ट्रीय कारकून आहेत त्यांस त्या संस्थांचें मॅनेजर अगर मालक होणें ही गोष्ट आपल्या आवांक्याबाहेरची वाटते, व त्यासाठीं ते प्रयत्नच करीत नाहींत. पुष्कळ चांगल्या बुद्धीची मंडळी खासगी नोकऱ्यांकडे न वळतां सरकारी नोकरीकडेच धांव घेतात, व यामुळें मूलतःच कनिष्ठ प्रकारचीं असलेलीं माणसें व्यापारधंद्याच्या मार्गास जातात. शिवाय कांहीं सामाजिक कारणें देखील त्यांस ठराविक प्रकारचा आयुष्यक्रम पत्करण्यास भाग पडतात. मुंबईला शेंदीडशें रुपये खाजगी कंपनींत मिळविणाऱ्या मनुष्याचें लग्न होणें कठिण जातें. परंतु साठसत्तर रुपये मिळविणाऱ्या सरकारी नोकराचें लग्न होणें तितकें कठिण जात नाहीं असेंहि कित्येक म्हणतात. सारांश, उपजीविकेची परंपरागत वृत्ति सोडून अन्यवृत्ति पतकरणाऱ्यास अशा बऱ्याच अडचणी येतात.

आयुर्मान वाढविण्याची आवश्यकता व शक्यता.—आपल्या देशांतील जनतेचा ऱ्हास अधिका-

थिक उपयोग व्हावा म्हणून ज्या गोष्टी करावयाच्या त्यांत पहिली गोष्ट आयुष्यवृद्धि ही होय. आयुष्यांतील पहिलीं वीस पंचवीस वर्षें शिकण्यांतच जातात. पुढें प्रजोत्पत्तीस सुरुवात होते; आणि मुलें वीसपंचवीस वर्षांचीं होण्याच्या अगोदरच बाप मृत्युमुखीं पडतो. अशीं उदाहरणें थोडीं थोडकीं नाहींत. बरेचसे लोक पेन्शन घेण्याच्या पूर्वींच मरण पावतात. लहान मुलांचा संहार पाहिला तर तो अपरंपार आहे. साधारण तरुणाच्या शिक्षणाकडे व संवर्धनाकडे जो खर्च होतो त्याचा मोबदला त्या तरुणाचें भावि आयुष्य या रुपानें राष्ट्रास मिळतो हिंदुस्थानांत सध्यां अल्पायुष्याचें मान फार आहे. लहान मुलांची मृत्युसंख्या अत्यंत भयंकर आहे. आपल्या देशांत मृत्युसंख्येचें प्रमाण दर हजारीं ३६ पेक्षां देखील जास्त आहे, पण यूरोपांत तें अठरापेक्षांहि कमि आहे. म्हणजे आपल्या साधारणपणें दुप्पट यूरोपीयांची आयुर्मर्यादा आहे. या आयुर्मर्यादेचा परिणाम सर्व राष्ट्रावर फार मोठा होतो. आपल्यातील मुत्सद्दी काय किंवा व्यापारी काय यूरोपांतील मोठ्या मनुष्यांनां ते सर्व पोरसवदाच वाटतात. व वैयक्तिक दृष्ट्या यूरोपांतील मोठ्या लोकांच्या तोडीचे लोक आपल्या देशांत थोडे मिळतात. आयुर्मर्यादा वाढविणें ही गोष्ट आपल्या हातांत नाहीं असें नाहीं. आपल्या शहरांतील म्युनिसिपालिट्यांनीं आपल्या शहरांत मृत्युसंख्येचें प्रमाण फार कां आहे, कोणत्या रोगानें जास्त लोक मरतात, प्रत्येक रोगानें होणारी मृत्युसंख्या कमी करतां येईल किंवा नाहीं इत्यादि गोष्टींचा विचार करण्याकरितां आणि उपाय सुचविण्याकरितां एक संशोधक डॉक्टर ठेवीत जावा. शिवाय कांहीं जातिविषयक प्रश्न देखील सोडविणें प्राप्त आहे. उदाहरणार्थ, कोंकणस्थ ब्राह्मणांची संख्या घटत कां आहे, यासारखे प्रश्न देखील पुण्यासारख्या ठिकाणीं अधिक सुलभ तऱ्हेनें सोडवितां येतील. दोनशें वर्षांपूर्वी यूरोपांतल्या मृत्यूचें प्रमाण आज हिंदुस्थानांत आहे तेवढेंच होतें; पण तें आतां बरेंच कमी झालें आहे. यावरून हिंदुस्थानानें दीर्घायुष्य आपल्या देशालाहि लाभेल अशी आकांक्षा कां धरूं नये? हिंदुस्थान उष्णप्रदेश असल्यामुळें आणि यूरोप समशीतोष्ण असल्यामुळें यूरोपीयांनीं प्राप्त करून घेतलेल्या गोष्टींची आशा हिंदुस्थानास उपयोगी नाहीं असें म्हणणाऱ्यांनीं हिंदुस्थानाप्रमाणेंच हवा असणारा प्रदेश जीं फिलिपाइन बेटें तेथें मृत्यूचें प्रमाण कमी होत आहे ही गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे. सारांश दैववाद सोडून देऊन शास्त्रावर विश्वास ठेवण्यास आपण शिकलें पाहिजे.

आर्थिक उन्नति घडवून आणण्याच्या मार्गाचें दिग्दर्शन.—तरुणपिढी ही राष्ट्राची सर्वांत मोठी संपत्ति आहे. या तरुणपिढीच्या हातून मोठालीं कार्यें व्हावींत म्हणून आपण काय केलें पाहिजे याचें दिग्दर्शन करतों. एक गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे कीं, आपला मार्ग आपण कसा पुढें काढावा या प्रश्नाशिवाय इतर म्हणजे 'राष्ट्रीय उन्नतीचे' प्रश्न तरुणमंडळींपुढें ठेवून त्यांच्या बुद्धीचें मातेरें करण्याचें पाप गेल्या पिढींतील वक्त्या पुढाऱ्यांनीं पुष्कळच केलें आहे. सरकारी नोकरी, वकिली, डॉक्टरी न करतां व्यापारांत पडा म्हणून गप्पा मारणाऱ्या पुढाऱ्यांनीं आपले मुलगे मात्र तुडविलेला रस्ताच तुडविण्यासाठीं पाठविले ही गोष्ट विसरतां कामा नये. पुन्हां, एखादा तरुण जर स्वतंत्र तऱ्हेनें उद्योगांत पडला तर त्यास या जुन्या पिढींतील बड्या लोकांनीं साहाय्य केलें असेंहि फारसें झालें नाहीं. तरुणास उपदेश करावयाचा, त्यास निराळ्या मार्गानें जाण्यास शाब्दिक उत्तेजन द्यावयाचें, आणि आपल्या उपदेशापासून उत्पन्न होणारी जबाबदारी आपण घ्यावयाची नाहीं, या तऱ्हेची वृत्ति जितकी देशांत उघडपणें धिःकारिली जाईल तितके सवंग उपदेष्टे कमी होतील.

तरुण कार्यकर्ती मंडळी निराळ्या मार्गानें जात असतां त्यांस उत्तेजन देणें हें वडील पिढीचें कर्तव्य आहे. तसेंच तरुणांस उपजीविकेची निरनिराळीं क्षेत्रें दाखवून देणें हें देखील त्यांचें कर्तव्य आहे. जी दुसऱ्याची अडचण तीच आपली संधि ही गोष्ट लक्षांत ठेवून समाजांतील गरजा शोधण्याकडे आणि तेथें आपली मंडळी घालण्याकडे मोठ्या निकराचा प्रयत्न केला पाहिजे. म्हणजे मुंबईसारख्या ठिकाणीं तरुण महाराष्ट्रीयांस व्यापारी जागा मिळवून देण्याचा प्रयत्न करण्यासाठीं पुष्कळ खटपट करणारें ऑफिस स्थापन केलें पाहिजे. व्यापाऱ्यांकडे जे महाराष्ट्रीय नोकरीस असतील त्यांचा संघ करून त्यांस आपला महाराष्ट्रीय व्यापारी नोकरीस पुढें सारण्यासाठीं खटपट करण्यास बोधिलें पाहिजे. महाराष्ट्रीय व्यापारी दिशेनें काम करणारे लोक आणि महाराष्ट्रीय भांडवलवाले यांच्या ओळखी जेणेंकरून होतील अशी खटपट झाली पाहिजे. सरकारी मोठमोठीं कंत्राटें व रेल्वेकंपनीचीं मोठमोठीं कंत्राटें महाराष्ट्रीयांच्या हातीं कशीं येतील तेंहि महाराष्ट्रीय व्यापाऱ्यांच्या संस्थांनीं पाहिलें पाहिजे. शिवाय निरनिराळ्या देशांतून जाऊन व्यापार करण्याचें साहस महाराष्ट्रीयांकडून व्हावें यासाठीं व्यापार करणारी 'सिंडिकेट' अगोदर उभारावयाची, त्या 'सिंडिकेट'नें आपल्या खर्चानें एखादा मनुष्य व्यापारी पहाणीसाठीं पाठवावयाचा इत्यादि क्रिया केल्या पाहिजेतच.

जगांतील कोणताहि एक भाग घेतला तर त्याची ज्यास माहिती आहे असा एक एक तरी महाराष्ट्रीय असला पाहिजे. व्यापारी लोक अगर संघ व्यापारी बुद्धीनें पहाणी करण्यासाठीं आपला एजंट पाठवतील; परंतु तेवढ्यानें भागावयाचें नाहीं. अनेक करणांकरितां परदेशभ्रमण हिंदुस्थानी लोकांनींच केलें पाहिजे. विद्यार्थी म्हणून इंग्लंड, फ्रान्स, जर्मनी, अमेरिका येथें जसें भ्रमण होतें तसेंच तें चोहोंकडे व्हावें. रशिया, आस्ट्रिया, पेकिन, तुर्कस्थान दक्षिण अमेरिका येथें विद्यार्थ्यांनीं कां जाऊं नये हें समजत नाहीं. पोटाकरितां काम करणारे हिंदी मजूर दक्षिण अमेरिकेपर्यं-

तरहि भटकत गेलेले आहेत ही गोष्ट विसरतां कामा नये. जेथें जेथें हिंदी लोकांचा जमाव आहे तेथें तेथें तेथील राजकीय व सामाजिक सुधारणा करण्यासाठीं आपले लोक गेलेच पाहिजेत. त्याचप्रमाणें येथीलं मोठमोठ्या पेढ्यांचा व त्या देशांतील बँकांचा संबंध जुळविला पाहिजे. त्या त्या देशांत हिंदी भांडवलाच्या बँका नसतील तर त्या स्थापन केल्या पाहिजेत. त्या तशा स्थापन झाल्या तरच हिंदी लोकांस मजुरांच्या वरची पदवी मिळेल. संस्कृत भाषेचे व भारतीय इतिहासाचे व वाङ्मयाचे शिक्षक या नात्यानेंहि पुष्कळ तरुणांस इतर देशीं हिंडणें शक्य होईल. आणि प्रत्येक ठिकाणच्या भारतीय समाजास हा शिक्षकवर्ग उपयुक्त होईल. कांहीं लोक कोणाचाहि आश्रय नसतां निवळ धाडस म्हणूनच परदेशीं गेले पाहिजेत; आणि प्रवासांत जो अनुभव मिळेल तो संपादून ते परत आले पाहिजेत.

आपल्या राजकीय कर्तव्यांपैकीं प्रमुख राजकीय कर्तव्य म्हटलें म्हणजे स्वातंत्र्यप्राप्ति हें होय. दिवसानुदिवस अधिकाधिक जबाबदारी पतकरण्याची आपण तयारी दाखविली पाहिजे; आणि देशाची उन्नति कशानें होईल याविषयीं विचार करणारे तत्ववेत्तेहि आपणांमध्यें निपजले पाहिजेत. केवळ अनुकरणानें आणि लोकांची ओरड ऐकून कांहीं तरी करणें या तऱ्हेनें साधारण वेताबाताचे मुत्सद्दी काम करूं शकतील; परंतु विजयोत्सुक पण फार पाठीमागें राहिलेल्या राष्ट्रास अधिक दूरदर्शी व अधिक विजयोत्सुक मुत्सद्दी पाहिजेत. आपणांस अंतःस्थ सुधारणांपैकीं जी मोठी गोष्ट करावयाची ती ही कीं, आपलें राष्ट्र जर स्वतंत्र असतें, तर ज्या ज्या गोष्टी आपण केल्या असत्या त्यांचा पाया आपण आज घातला पाहिजे. ज्या कार्यास आपण प्रारंभ करूं तें कार्य, राज्य आपलें असो वा परक्यांचें असो, पार पाडण्याच्या मार्गे आपण लागलें पाहिजे. राज्य म्हणजे सार्वजनिक पैसा गोळा करून देशरक्षणाचा धंदा करणारी संस्था. देशरक्षणामध्येंच पोलीस, सैन्य व न्यायपद्धति हीं येतात. खर्च करण्यासाठीं उत्पन्न पाहिजे म्हणून उत्पन्नाचीं खातीं असतात. देशरक्षण करावयाचें याचें अधिकाधिक व्यापक स्वरूप प्रगमनशील राष्ट्रांमध्यें दृष्टीस पडतें. तेथें शिक्षण हा देशरक्षणाचाच एक भाग समजला जातो. देशांतील वैद्यकखातें, रुग्णालयें व दानखातें हीं देखील रक्षणाचाच भाग होत. दान म्हणजे समाजव्यंगनिवारण. समाजांतील श्रमविभागाच्या पद्धतीमुळें ज्या लोकांचें पोट भरत नाहीं त्या लोकांच्या पोटाची सोय सरकारनें करणें हें दानखात्याचें कर्तव्य होय. सरकार जो पैसा गोळा करतें तो त्यास कोठें तरी ठेवावाच लागतो. तो ठेवण्यासाठीं संस्थानें अथवा राष्ट्रें बँका काढतात, आणि या बँकांमुळें जी पैशाची शक्ति उत्पन्न होते ती शक्ति लोकांस लाखों रुपयांचा व्यापार अगर कोट्यवधि रुपयांचा व्यापार करण्यास साहाय्यक होते. नफानुकसानीकरितां मनुष्य रकम बँकेंत ठेवून बँकेच्या पैशाचा व्यापाराकडे उपयोग करतो. आज सरकारी रकमा ज्या पेढ्यांच्या ताब्यांत आहेत, त्या पेढ्यांची वृत्ति भारतीय धंद्यांस पोषक नाहीं. कमी लायकीच्या इंग्रजाला बँका पैसे देतात; परंतु देशी व्यापाऱ्यांस देत नाहींत असाहि बोभाटा पुष्कळ आहे. यासाठीं इंपीरियल बँकेसारखी बँक भारतीय हितपर होईल अशी काळजी घेतली पाहिजे. व्यापारखातें आपल्या लोकांच्या हातीं आलें आहे, तर त्या खात्याचे खरेदी मंत्री व्यापारास काय उत्तेजन देतात तें पाहिलें पाहिजे.

सरकार परकी आहे म्हणून हातपाय गाळून बसणें योग्य होणार नाहीं. सरकार परकीय असतां देखील गुजराथी बोहोरी, पारशी यांनीं आपली उन्नति करून घेतली आहे. सरकार महाराष्ट्रीय लोकांच्या विरुद्ध आणि गुजराथ्यांच्या तर्फेचें असतें अशांतला भाग मुळींच नाहीं. आपली बरीचशी दुर्गति आपल्याच दोषांमुळें झालेली आहे. महाराष्ट्रास स्वराज्य मिळालें म्हणजे महाराष्ट्राची अधिक उन्नति होईल असा आमचा खास भरंवसा आहे. पण तो भरंवसा सरकारकडून आपणांस अधिक मदत होईल यावरच केवळ रचलेला नाहीं. स्वराज्यानंतर लोकांस स्वतःची स्थिति वाईट दिसून आली म्हणजे आपण निकृष्ट स्थितींत आहोंत त्याला कारण आपले आपणच अशी त्यांची खात्री होईल. जोंपर्यंत आपल्या अपयशाचें खापर इंग्रजांच्या डोक्यावर फोडण्याची आपणांस संधि आहे तोंपर्यंत आपणांस हातपाय न हालविण्यास सबब पुढें करतां येते; परंतु इंग्रजांच्या डोक्यावर खापर फोडण्याची संधि गेली म्हणजे आतां आपणच धडपडलें पाहिजे असें लोकांनां वाटूं लागेल.

मध्यवर्ती बँक स्थापून महाराष्ट्रीय व्यापारास पुढें आणण्याची आवश्यकता.—महाराष्ट्रीय जनतेस पुढें आणण्यासाठीं ज्या अनेक गोष्टी केल्या पाहिजेत त्यांतील अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट म्हटली म्हणजे महाराष्ट्रीय खटपटी व पराक्रमी व्यापारी लोकांस पैशाचा जोर उत्पन्न करून देणें ही होय. महाराष्ट्रांत प्राप्तीवरचा कर देणारे लोक सुमारें दोन अडीच लाख आहेत. प्रत्येक प्राप्तीवरील कर देणाऱ्या मनुष्याची सरासरी पांच हजार रुपये शिल्लक असते असें धरल्यास दोन लक्ष मनुष्यांचें भांडवल शंभर कोटींवर जाईल. हे शंभर कोटी रुपये आज दुसऱ्यांच्या बँकांत पडून राहिले असतील. याशिवाय प्राप्तींवर कर न देणाऱ्या लोकांच्या बँकांत असणाऱ्या ठेवी निराळ्याच. शिवाय प्रत्येकापाशीं असलेली जमीनहि निराळीच असते. या सर्व गोष्टी मनांत आणल्या असतां दरिद्रि महाराष्ट्रास देखील मोठें द्रव्यबल उत्पन्न करणें शक्य आहे असें वाटूं लागतें. या सर्व लोकांचा पैसा एकत्र व्हावा यासाठीं देशांतील पैसेवाल्या लोकांचें समुच्चयीकरण करणें अवश्य आहे. १०।१२ कोटींची टाटाची बँक स्थापन झाली, पण तिनें महाराष्ट्रीय धंद्यास काय उत्तेजन दिलें ? इंपीरियल बँकेकडून महाराष्ट्रीयांस कितपतसा फायदा होत आहे ? महाराष्ट्रांत अनेक कल्पना निघून त्या भांडवलाच्या

अभावीं रसातळास गेल्या नाहींत काय ? पैशाचें समुच्चयीकरण चांगल्या तऱ्हेनें झाल्याशिवाय महाराष्ट्रीय संघांत जोर येणार नाहीं, व महाराष्ट्रीय मनुष्याची जगांत किंमत रहाणार नाहीं. ज्यांच्या पाठीमागें मदत करण्यास बँका तयार आहेत अशा लोकांचें आस्तित्व अगोदर बँका असतील तरच शक्य आहे. यासाठीं आपलें एक असें कर्तव्य आहे कीं, चोहोंकडचे पैसे ओढील अशी बँक महाराष्ट्रांतील मंडळींनीं उत्पन्न केली पाहिजे, आणि त्या बँकेचें धोरण महाराष्ट्रांतील व्यापाऱ्यांनां पुढें आणणें हें असलें पाहिजे. महाराष्ट्रीय व्यापाऱ्यांनां पुढें आणावयाचें धोरण ठेवावयाचें म्हणजे गद्धयालोकांनां उत्तेजन द्यावयाचें असें मात्र नाहीं. इंग्रज पेढीवाला जितक्या कसोशीनें लायकी पाहून इंग्रजास रक्कम देईल तितक्या कसोशीनें कदाचित् अधिक सावधगिरीपूर्वक रक्कम महाराष्ट्रीय व्यापाऱ्यास द्यावी. जर अत्यंत सावधगिरी वापरली नाहीं, तर महाराष्ट्रीय भावनेला चेतना देऊन आपला कार्यभाग करून घेणारे कित्येक फसवे व भामटे आणि त्याहूनहि भयंकर म्हणजे स्वतःचा धंदा गचाळपणें करणारे लोक अशा पेढीभोंवतीं गोळा होतील. या तऱ्हेची जी बँक काढावयाची ती अर्थात् मोठ्या श्रीमानांनींच काढण्याचें हातीं घेतलें पाहिजे. महाराष्ट्रांत जहागिरीमुळें ज्यांची पत मोठी आहे किंवा ज्यांच्यापाशीं रोकड शिल्लक पुष्कळ आहे असे लोक थोडे थोडके नाहींत. ज्यांची इस्टेट १० लाखांपेक्षां अधिक असेल असे महाराष्ट्रीय मुंबईंतच कमींत कमी शंभर तरी निघतील. वडोदें, इंदूर, ग्वालेर, कोल्हापूर, देवास, धार, जंजिरा, सांगली, जमखंडी, मिरज, कुरुंदवाड, मुधोळ, रामदुर्ग, मंगळवेढें, भोर, फलटण, औंध, जत, इत्यादि ठिकाणचे राजे व सरदार, जहागिरदार यांनीं किंवा यांच्या घराण्यांतील दुसऱ्या श्रीमंत पुरुषांनीं, तसेंच अनेक मोठाले मालगुजार व धनिक यांनीं मिळून असला एक महासंघ उभारणें मनांत आणल्यास अशक्य नाहीं. प्रत्येकास असल्या प्रकारच्या संघाच्या घटनेनें फायदाच होईल.

आपल्याकडचे संस्थानिक किंवा जहागिरदार कर्जबाजारी आहेत असा त्यांच्या विषयींचा बोभाटा आहे. ते तसे असोत किंवा नसोत. त्यांसहि पैसे गोळा होणें ही क्रिया हवी आहे. जातां जातां हेंहि सांगितलें पाहिजे कीं संस्थानिकांस कर्जबाजारीपणा हें नेहमीं दूषण नसून प्रसंगीं नेहमीं भूषणच आहे.

कर्जबाजारी म्हणजे प्रजेला अधिक पिळून शिल्लक टाकण्याची क्रिया न करणारे. अर्थात् कर्जबाजारी असणें हें कोणत्याहि संस्थानिकास गैर नाहीं. ज्या संस्थानिकास प्रजेपासून वाटेल तेव्हां पैसा काढतां येईल त्यानें पैसा गोळा करून उगाच सावकारी करीत बसणें योग्य नव्हे. महाराष्ट्रांतील सर्व संस्थानांनीं आपले खजिने या असल्या मोठ्या बँकेच्या ताब्यांत द्यावेत आणि ब्रिटिश हिंदुस्थानांत देखील निरनिराळ्या जिल्ह्यांचे व तालुक्यांचे खजिने या बँकेच्या ताब्यांत येतील अशी खटपट करावी.

पैसा अधिक खुला करण्यासाठीं दुसरी एक गोष्ट केली पाहिजे. आपलेकडील संस्थानिक राष्ट्रीय कर्जासारखें संस्थानांच्या जबाबदारीवर कर्ज उभारून तें संस्थानाच्या उत्कर्षाकडे लावण्याची क्रिया करीत नाहींत. उलट हिंदुस्थानसरकारचे रोखे घेऊन ठेवतात. त्यामुळें जी पुष्कळशी रक्कम बाजारांत यावयाची ती सरकारच्या ताब्यांत जाते आणि सरकार विलायतेंत कमी व्याजानें ही रक्कम देतें. संस्थानांच्या रकमा देशी लोकांच्या कार्यास लागल्या पाहिजेत आणि संस्थानांनीं उलट राष्ट्रीय कर्जें करून आपापल्या संस्थानांत सुधारणा केल्या पाहिजेत. संस्थानांनीं ब्रिटिश सरकारच्या हमीनें परदेशांतून रकमा आणण्यासहि कचरूं नये. जेणें करून आपल्या देशाच्या कार्यास अधिक रक्कम लागेल असें केलें पाहिजे.

महाराष्ट्राचा अडाणीपणा, व त्यावरील शिक्षणविषयक जबाबदारी.—महाराष्ट्रास ज्या शिक्षणविषयक खटपटी कराव्या लागतील त्या केव्हांहि इतर लोकांपेक्षां अधिक कराव्या लागणार. महाराष्ट्रास अजून ही गोष्ट कळली नाहीं कीं, ज्याप्रमाणें सर्व देशांत हिंदुस्थान देश अडाणी त्याप्रमाणें हिंदुस्थानांतील सर्व राष्ट्रांत महाराष्ट्र हें अडाणी आहे. महाराष्ट्रांत स्वकीय व्यापारी वर्ग नसल्यानें सर्व हिंदुस्थानांत महाराष्ट्र दरिद्री आहे, आणि जे लोक व्यापारी नाहींत त्यांच्यामध्यें शिक्षणाचा प्रसार फारसा होत नाहीं. मुंबईसारख्या मोठ्या शहरांत महाराष्ट्रीय हा कायमची वस्ती करून राहिलेला नाहीं. त्यास नागरिकत्व अजून फारसें मानवलें नाहीं, आणि त्यामुळें त्यामध्यें अर्वाचीनत्वहि कमीच आहे. खेडवळ रहाणी व उच्चवर्गांत असलेली थोडक्यांत समाधान मानण्याची वृत्ति हीं महाराष्ट्रीयांपासून ज्ञान व संपत्ति दूर ठेवीत आहेत. जगांत होणाऱ्या निरनिराळ्या वस्तूंचें व त्यांच्या उपयोगांचें ज्ञान महाराष्ट्रीयांस नाहीं. महाराष्ट्रीय स्वतःस सुशिक्षित समजत असेल; पण तो कां, तर कॉलेजमध्यें असतांना त्यानें भवभूति व कालिदास यांचीं दोन चार नाटकें वाचलीं होतीं म्हणून. साक्षरता महाराष्ट्रांत अत्यंत कमी आहे. महाराष्ट्रीयांची रहाणी कनिष्ठ प्रकारची आहे. त्यामुळें गृह हें शिक्षणसाधन महाराष्ट्रीयांच्या बाबतींत कामास येत नाहीं.

गुजराथेंत जितके चांगले सुतारसोनार सांपडतात तितके महाराष्ट्रांत सांपडत नाहींत. महाराष्ट्राची कलाविषयक अभिरुचि अद्यापि वृद्धिंगत झाली नाहीं. ओबडधोबड कृतींशीं त्याचा परिचय आहे, कौशल्याशीं नाहीं. महाराष्ट्रीयांचे दागिने पाहिले अगर मुलांचीं खेळणीं पाहिलीं तर त्यांत देखील फार ओबडधोबडपणा दृष्टीस पडतो. ज्या कलाविषयक कल्पना महाराष्ट्रांत आल्या त्या उत्तरेकडील किंवा कानडी मुलखांतील, व फार थोड्या अंशीं कोंकणांतील कारागिरांनीं आणल्या. जें राष्ट्र कलेस पारखें आहे तें राष्ट्र औद्योगिक स्पर्धेंत पाठीमागेंच रहाणार. महाराष्ट्रासारख्या ओबडधोबड राष्ट्रांत

कलेचें बीजारोपण करणें अशक्य नाहीं ही गोष्ट मराठी नाटकांच्या उदाहरणावरून सिद्ध करून देतां येईल. महाराष्ट्राची हिंदुस्थानांतील इतर राष्ट्रांशीं तुलना केली असतां नाट्यलेखन चांगलें करतां येतें, व अभिनयकौशल्यहि कमी दर्जाचें नाहीं असें दिसून येईल. महाराष्ट्राची गाण्याविषयींची प्रसिद्धि पूर्वापार नव्हती. तथापि अनेक महाराष्ट्रीय गानपंडित हिंदुस्थानांत दिग्विजय करून येतात असें दिसतें. महाराष्ट्रीय विकासाच्या बावतींत एक मोठें विघ्न आलें आहे, आणि तें विघ्न म्हणजे आत्यंतिक स्वदेशाभिमान हें होय. जुन्या वैद्यकाची तारीफ करावयाची; जुन्या संगीताची तारीफ करावयाची; पण त्यावरोबर जुन्यांत नवें मिसळून जुन्याचें अर्वाचीन करण्याची बुद्धि महाराष्ट्रास झाली नाहीं. संगीतज्ञान नाटकगृहापलीकडे फारसें नाहीं. लग्नाच्या प्रसंगीं ताशे वाजंत्र्यांचा कर्कशपणा, बँडचे वाटेल तसे सूर आणि अनेक जणांनीं मिळून म्हणण्याच्या अगर वाजविण्याच्या पद्धतीचा म्हणजे सत्रसंगतिचा पूर्ण अभाव इत्यादि गोष्टी संगीतविषयक कनिष्ठ स्थिति व्यक्त करतात.

चित्रकलेविषयीं पहातां पेशवाईत कोणत्याहि चित्रकलेची परंपरा वृद्धिंगत झालेली दिसून येत नाहीं. रजपूत चित्रकला आहे, मोंगल चित्रकला आहे, पण मराठी चित्रकला विकसित स्थितींत नाहीं. मराठेशाहींत जिच्या सौंदर्यावद्दल आपणांस अभिमान वाळगतां येईल अशी इमारतहि झाली नाहीं.

म्हात्र्यासारखे मूर्तिकार हे अर्वाचीन शिक्षणाचेंच फल होय. अर्थात् चित्रविषयक संस्कृति अर्वाचीन महाराष्ट्रास देण्याचें काम अर्वाचीन शिक्षणानेंच केलें पाहिजे.

एवंच शिक्षणखात्यावरच सर्व राष्ट्रास बदलण्याची जबाबदारी पडणार, व त्यामुळें इंग्लंडापेक्षां येथील शिक्षणसंस्था अधिक व्यापक पाहिजेत.

शिक्षणविषयक प्रगतीस उपकारक सुधारणा.— महाराष्ट्रीय सुधारणेसाठीं नेटानें कार्यक्रम आंखण्यास महाराष्ट्रास स्वतंत्र प्रांत करण्याची आवश्यकता आहे.

लेनिननें जी संयुक्त लोकराज्याची घटना तयार केली तींतील अकरावें कलम मोठें महत्त्वाचें आहे. त्या कलमांतील तत्त्वाचा अखेर निःसंशय जय होणार. तें तत्त्व असें आहे:

'देशरूढींच्या व आचारविचारांच्या बावतींत जेथील लोक समानधर्मी आहेत अशा प्रदेशांतील संघांनीं वाटल्यास आपले निरनिराळे प्रादेशिक समुच्चय स्थापण्यास हरकत नाहीं. हल्लींच्या व यापुढें अस्तित्वांत येणाऱ्या अशा प्रादेशिक समुच्चयांनीं वाटल्यास आपआपली स्वतंत्र संघपरिषद भरवावी व स्वतंत्र कार्यकारी मंडळें निवडावींत. या स्वयंशासित समुच्चयांचा रशियन वैराज्यांत संस्थानसंयोगतत्त्वावर प्रवेश होईल:"

या तत्त्वाचा सर्व राष्ट्रांनीं स्वीकार केला तर राष्ट्रांत नेहमीं लागणारे लढे बंद होतील; व लोकांची राष्ट्रीयत्वाची तृष्णा शांत होईल. यासाठीं आपल्या देशांत (१) भाषेप्रमाणें देशविभाग, (२) प्रांतिक भाषेंत प्रांताची राज्यव्यवस्था आणि (३) प्रांतिक भाषेंत उच्च शिक्षण या तीनहि सुधारणा स्वीकारल्या, तर ज्या लढ्यांनीं देशांतील प्रगति खुंटते, ते लढे बंद होतील.

राष्ट्राच्या प्रगतीस धाडशी कारभारांची जरूर.— आपल्या विकासासाठीं आणि उन्नतीसाठीं जी एक महत्त्वाची गोष्ट पाहिजे ती धाडशी कारभारांची संवय ही होय. शासनसंस्था फाजील काटकसर करण्यासाठीं नाहींत. म्युनिसिपालिट्या आणि प्रांतिक सरकार यांनीं आपलें कार्यक्षेत्र अधिक वाढविण्यासाठीं खटपट केली पाहिजे. लोकांकडून अधिकाधिक कर वसूल करण्याची खटपट पाहिजेच, पण लोकांनीं कर खुषीनें द्यावेत म्हणून लोकसुधारणेचीं आणि लोकोपयोगी कामें अंगावर घेतलीं पाहिजेत. महत्त्वाचीं कामें टाकून देण्याची आणि काटकसर करण्याची प्रवृत्ति जीं सरकारें आणि लोकांचे जे प्रतिनिधी दाखवितील त्यांनीं आपलें पद सोडून देऊन स्वैपाक्याच्या जागेकरितां अर्ज करावा हें योग्य होय. सत्ता हातीं असलेले अधिकारी लोकोपयोगी कामें करण्याचा जेव्हां अधिकाधिक हव्यास दाखवितील, तेव्हां लोकांस आपल्या थैल्याहि मोकळ्या सोडण्यास उत्तेजन येईल. आज लोकांची आपल्या थैल्यांचीं तोंडें मोकळीं करण्याची इच्छा नाहीं. कां कीं लोकांचा सरकारवर विश्वास नाहीं. आपण पैसा देण्यास तयार व्हावें, आणि सरकारनें तो पैसा वाटेल त्या कामास, कदाचित् ख्रिस्ती चर्चचा खर्च वाढविण्यास, किंवा लष्करी काम वाढविण्यास, किंवा यूरोपीयांच्या शाळांवर खर्च करण्यास, किंवा यूरोपीय लोकांकरितां राखून ठेवलेल्या आणि सपाटून खर्च करणाऱ्या रुग्णालयांतील शाखा वाढविण्यास लावावा हें कोणास आवडेल? म्हणून सरकारनें लोकांचा पैसा लोकांच्या खऱ्या हितासाठीं खर्च करण्यामध्यें अधिकाधिक प्रामाणिकपणा दाखविण्यासाठीं लोकांनीं सरकारला भाग पाडावें आणि सरकारकडून होणाऱ्या खर्चांकडे वर्तमानपत्रांनीं डोळ्यांत तेल घालून पहात रहावें हें अत्यंत अवश्य आहे. प्रस्तुत क्रिया होऊं लागली म्हणजे लवकरच सरकार अधिक प्रामाणिकपणें वागूं लागेल. लोकांस सरकारचा विश्वास वाटेल, व लोकांकडून अधिकाधिक पैसा खर्च करण्यास सरकारला पाठबळ मिळेल; आणि सरकारला लोकहिताचीं धाडसें करण्याविषयीं स्फूर्ति होईल. लोकहिताच्या धाडशी कार्यासाठीं लोकमत तयार करण्याची जबाबदारी देखील पुढें मागें सरकारलाच घ्यावी लागेल. आपला व्याप वाढविणें, त्यासाठीं अधिकाधिक पैसे उत्पन्न करणें आणि त्यासाठीं लोकमत अनुकूल करून घेणें हा सरकारी धंद्यांतला एक भाग आहे.

देशांत सरकारनें करावयाच्या गोष्टी थोड्याथोडक्या नाहींत. (१) उच्च शिक्षण सामान्य करून लोकांची अधिक

दृष्टया किंमत वाढविणें; (२) बेकार लोकांस काम मिळावें म्हणून त्यांची सोय करणें; (३) गुन्हेगार, पंगू आणि अज्ञान यांस उपयुक्त करणें आणि त्यांचें रक्षण करणें; (४) देशांतील लोकांच्या मनोरंजनाचीं साधनें वाढविणें; (५) निर्मळ व उच्च प्रकारच्या रहाणीस उत्तेजन देणें; इत्यादि क्रिया सरकारनें केल्याच पाहिजेत.

शिक्षणप्रसार व खासगी संस्था.—देशांत प्राथमिक शिक्षण सक्तीचें झालें पाहिजे एवढेंच नव्हे तर दुय्यम शिक्षणहि बरेंचसें सार्वत्रिक झालें पाहिजे. शिक्षणखातें आपल्या लोकांच्या हातीं आलें, पण प्राथमिक शिक्षण आपल्या हातीं आलें नाहीं. कर वाढविल्याशिवाय आपणांस कोणतेंहि सार्वजनिक हित साधतां यावयाचें नाहीं हें खरें आहे; पण शासनसंस्थांचें कार्यक्षेत्र अधिकाधिक वाढविण्याची आणि त्यास सहानुभूति मिळविण्याची हिंमत आपल्या संस्थाचालकांस पाहिजे. रामदासांच्या ‘पाहिजे तो कळवळा ! मग वळा काय उणें ॥’ या वाक्याच्या सत्यतेविषयीं आमची खात्री आहे, आणि यामुळें आम्हांस असें वाटतें कीं, जेव्हां आपलीं माणसें महत्पदावर असतात आणि त्यांच्या हातून कार्य होत नाहीं तेव्हां त्यांच्या ठायीं कळवळाच नाहीं. लोकांनां अधिकाधिक कर देण्याची इच्छा अशा वेळेस होईल कीं, ज्या वेळेस अधिक कराचा फायदा लोकांस मिळेल अशी त्यांची खात्री होईल. जेव्हां लोक कर देण्यास नाखूष असतील तेव्हां कराचा मोबदला आपणांस मिळतो अशी लोकांची खात्री नसते असें समजावें. खासगी शिक्षणसंस्थांनीं खासगी प्रयत्नांनीं शिक्षण वाढवावें हें कधींच शक्य नाहीं व योग्यहि नाहीं. कां कीं, वर्गण्या गोळा करण्यांतच चालकांचा जन्म जावयाचा. शिवाय खासगी संस्थांचें अस्तित्व पुष्कळशा गोष्टींत तत्त्वतः योग्यहि नाहीं. खासगी संस्था म्हणजे मऊ अंतःकरणाच्या लोकांस ठार मारणारीं यंत्रें. जेव्हां पैसा सक्तीनें गोळा केला जात नाहीं, तेव्हां दयार्द्र लोकांच्या वरच हा कर बसतो; व सार्वजनिक हिताची कळकळ नसणारे लोक साफ निसटतात. खासगी वर्गण्यांनीं चाललेल्या लायब्रऱ्या, खासगी वर्गण्यांनीं चाललेलीं अनाथविद्यार्थिगृहें आणि खासगी वर्गण्यांवर चाललेल्या शिक्षणसंस्था या सरकारास कामचुकारू आणि फुकटखाऊ बनवितात; दयार्द्र बुद्धीच्या लोकांचें अन्न खातात आणि स्वार्थत्यागावर काम करावयास लावून सुशिक्षित तरुणांस अल्पायुषी करवात. या अशा ब्रह्मघातकी संस्था देशांत फारशा वाढूं देणें योग्य नाहीं. जर एखादें काम करणें योग्य असेल तर तें करणें सरकारास भाग पाडलें पाहिजे. अतःपर तरी सरकार आपल्या गरजांकडे दुर्लक्ष करील असें संभवत नाहीं. खासगी तऱ्हेच्या प्रयत्नांनां अवकाश नाहींच असें नाहीं. निरनिराळ्या तऱ्हेचे शिक्षणविषयक प्रयोग करणें इत्यादि गोष्टी खासगी संस्थांतून अधिक शक्य होतात; खासगी संस्थांत जो प्रयोग होतो त्यापासून उत्पन्न झालेलें ज्ञान सार्वत्रिक होतें.

तसेंच सरकारी सदसद्विवेकबुद्धि जोंपर्यंत अपूर्ण आहे आणि सरकारी यंत्रांत विशिष्ट तत्त्वाचा शिरकाव होण्यास जोंपर्यंत अडचण आहे, तोंपर्यंत अधिक उत्साही मंडळींस सरकारच्या पुढें जाऊन न सुरू झालेलें कार्य हातीं घेण्यास हरकत नाहीं. उदाहरणार्थ, ‘ जार्ज ज्युनिअर रिपब्लिक ’ सारखी एखादी शिक्षणसंस्था स्थापन करण्याचें एखाद्यानें मनांत आणलें आणि सरकारची त्याला आजच सहानुभूति मिळाली नाहीं, तर ज्यांची सहानुभूति मिळेल त्यांच्या आश्रयानें काम सुरू करण्यास हरकत नाहीं. परंतु प्रवृत्ति नेहमीं अशी ठेवावी कीं मऊ अंतःकरणाच्या लोकांस पिळून संस्था फार दिवस चालू ठेवावयाच्या नाहींत. पुढें मागें ती सरकारच्या गळ्यांत बांधावी, किंवा निदान सरकारकडून तिचा खर्च तरी येईल अशी व्यवस्था करावी.

समाजसत्तावाद्यांचें असें एक मत आहे कीं, दान हें अनवश्य आहे. जो मनुष्य दानार्ह आहे त्याचें पोषण करणें हें काम समाजानेंच केलें पाहिजे. जगांत मनुष्यें काम करीत असतां कित्येकांच्या वांटणीस अपघाताचीं कामें येतात, तर कित्येकांच्या वांटणीस कमी अपघाताचीं कामें येतात. दोघेहि समाजसेवाच करीत असतात. असें असतां एखाद्याचीं वायकामुळें त्यानें काम अधिक अपघाताचें घेतल्यामुळें उघडीं पडावीं हें अयोग्य आहे; आणि तीं तशीं उघडीं पडल्यास समाजाची मोठी चूक आहे. जर त्यांस आश्रय दिला, तर समाजानें त्यांत मोठें दान केलें अशांतला भाग नाहीं, तर त्यानें कर्तव्यच केलें असें समजावें. अशा उघड्या पडलेल्या लोकांनां समाजाकडून म्हणजे सरकारकडून मदत घेण्याचा हक्क आहे. अशा कल्पनांमुळेंच इंग्लंडांत राष्ट्रीय विम्याची योजना अस्तित्वांत आली.

राष्ट्रहित व वैयक्तिक हित.—राष्ट्रीय हिताच्या प्रश्नाबरोबर वैयक्तिक हिताचे प्रश्न देखील विवेचनासाठीं घेतले पाहिजेत. महाराष्ट्रीयांनीं आपल्या देशांतील व्यापार वाढवावा, आपल्या देशांत कारखाने वाढवावे हें सर्व ठीक आहे. पण स्थलवैभव वाढविणें एवढेंच केवळ व्यक्तींचें कर्तव्य नाहीं. राष्ट्ररूपी घटनास्थिति व्यक्तीच्या हिताकरितां आहे, आणि अनेक व्यक्तींनीं मिळून आपलें हित साधणें हाच राष्ट्रहिताचा अर्थ आहे. तथापि एखाद्या व्यक्तीस आपलें हित साधण्यास तिचेंच राष्ट्र हें पुष्कळदां योग्य स्थान नसतें. कल्पना करा कीं, एखाद्यानें विशिष्ट तऱ्हेचा शोध केला; त्या शोधाच्या साहाय्यानें त्याचा बराच फायदा होण्याची शक्यता असली; पण त्या शोधाचा फायदा घेण्यास अनुकूल स्थिति त्याच्या राष्ट्रांत नसली, तर त्यानें काय स्वस्थ बसावें ? अर्थात् नाहीं. त्यानें आपल्या कार्याच्या पोषणासाठीं जेथें साहाय्यक परिस्थिति असेल तेथेंच गेलें पाहिजे. मार्कोनीस आपल्या बिनतारी विद्युत्संदेशाच्या शोधाचा फायदा पूर्णपणें घेण्यासाठीं

व जगास देण्यासाठीं जगभर कंपन्या स्थापन कराव्या लागल्या; आणि त्यानें त्यांवर अतोनात पैसाहि मिळवला. अत्यंत बुद्धिमान् लोकांस आपल्या बुद्धीचा फायदा देण्यासाठीं सर्व जग हें आपलेंच उद्योगस्थान समजलें पाहिजे. ज्या कर्तृत्ववान् पुरुषास हिंदुस्थानांत भांडवल मिळणार नाहीं, त्यानें परदेशीं जाऊन तें पैदा केलें पाहिजे. हिंदुस्थान पुढेंमागें सुधारेल आणि आपल्या बुद्धीचें कार्य येथेंहि करतां येईल इत्यादि आशा व्यर्थ आहेत. मनुष्य कार्यात राहिला तरच त्याची बुद्धि विकसित होत जाते, नाहींतर ती मलिन होत जावयाची. स्थानविकासाचें महत्त्व कमी आहे असें नाहीं. अत्यंत बुद्धिमान् माणसें आपल्या राष्ट्रांत असावीं, त्यांच्या बुद्धीचा फायदा आपल्यास घेतां यावा अशी भावना देशांत वाढावयास पाहिजे. पण ती भावना वाढवून जोंपर्यंत देशांत अनुकूल परिस्थिति प्राप्त झाली नाहीं, तोंपर्यंत कर्तृत्ववान् व कल्पक पुरुषांनीं हिंदुस्थानांतच डांबून रहाणें म्हणजे आत्महत्या होय. ज्याप्रमाणें कर्तृत्ववान् पुरुष खेडीं सोडून शहरांत जातो त्याप्रमाणें अधिक कर्तृत्ववान् पुरुष मुंबई सोडून लंडन, पॅरिस अगर न्यूयार्क येथें जाऊन बसले पाहिजेत. फार मोठ्या कर्तृत्ववान् पुरुषाची देशास मोठी जरूर आहे हें खरें; पण पुष्कळ लोक असे आहेत कीं, त्यांस देशांत कार्यक्षेत्र पुरेसें नाहीं. त्यांनीं जिकडे आपल्या कर्तृत्वास योग्य अवकाश असेल तिकडे गेलें पाहिजे. कांहीं व्यक्ती केवळ स्थलमाहात्म्यामुळें मोठेपणास पावतील. एखादा जबर योजक असला तर तो हिंदुस्थानांत जितके पैसे मिळवील त्यापेक्षां इतर देशांत तो ज्यास्त मिळवील.

वरील प्रकारची परिस्थिति असतां, अनेक प्रकारचे कष्ट सोसून मीं जें करावयाचें तें देशांतच करीन आणि आपल्या बुद्धीचा फायदा देशासच मिळवून देईन, या तऱ्हेची वृत्ति कर्तृत्ववान् माणसांत असली तर ती देखील हवीच आहे. पण त्याच्या अकलेचा फायदा घेण्याची देशांत थोडीबहुत तरी शक्ति पाहिजे. ती नसली तर त्याचा स्वार्थत्याग आणि निश्चय यांपासून फलनिष्पत्ति कांहीं न होतां तो पुरुष मात्र फुकट जाणार. पुष्कळ गोष्टी अशा आहेत कीं, त्या गोष्टी करण्यास हिंदुस्थान हें अजून चांगलें क्षेत्र नाहीं. तसेंच मोठमोठीं कार्यें करण्यास ज्या तऱ्हेचीं माणसें हाताशीं घ्यावीं लागतात त्या तऱ्हेचीं माणसेंहि हिंदुस्थानांत नाहींत. हिंदुस्थानांत नवीन कार्य करावयाचें म्हणजे पाश्चात्य स्पर्धा विसरतां कामा नये. कारखाना काढला तर, ज्याप्रमाणें यंत्रें परदेशांतून आणावीं लागतात, त्याप्रमाणें परदेशांतून माणसेंहि आणावीं लागतात. माणसें जीं तयार होतात तीं संधीशिवाय तयार होत नाहींत. मनुष्यांनां तयार होण्याची संधि आपल्या देशांत मिळावयाची नाहीं. यासाठीं यूरोपांतील व अमेरिकेंतील अनेक प्रकारच्या उद्योगधंद्यांत आपल्या माणसांनीं शिरकाव करून घेतला पाहिजे. देशांत सक्तीचें शिक्षण सुरू झालें म्हणजे पुष्कळशीं माणसें निरनिराळ्या कारखान्यांत साह्यक म्हणून उपयोगी पडतील आणि त्यांतील कांहीं परदेशीं जाऊन तेथील व्यापारी कंपन्यांमध्यें अगर कारखान्यांमध्यें नोकर म्हणून रहातील. सध्यां सुशिक्षित माणसांचें दुर्भिक्ष देशांत मोठें आहे.

धर्मशास्त्र व पारमार्थिक संप्रदाय यांचें पृथक्त्व.— धार्मिक गोष्टींविषयीं विचार करतांना कांहीं गोष्टी स्पष्टपणें नमूद केल्या पाहिजेत. त्यांपैकीं एक गोष्ट म्हटली म्हणजे पारमार्थिक संप्रदायाचा आणि धर्मशास्त्राचा कांहीं एक संबंध नाहीं ही होय. करवीर पीठाच्या बहिर्गत शंकराचार्य स्वामींनीं नाशिक येथें जी हिंदुधर्मपरिषद भरविली, तींत कोल्हापुरचे रा. जाधव यांनीं असें सांगितलें कीं, धर्मविषयक बाबतींत आम्ही शंकराचार्यांपासून कांहींहि अपेक्षा करीत नाहीं; व त्यांचा अधिकारहि नाहीं. हा अधिकार शिवाजी-महाराजांच्या काळापासून राष्ट्राचे जे न्यायाधीश पंडितराव त्यांजकडे असे; आणि केवळ अद्वैतमताचें आचार्यत्व शंकराचार्य पीठाकडे असे. या मुद्द्यावर समर्पक उत्तर आलें नाहीं. नेपाळसारखीं संस्थानें पाहिलीं तर तेथील राजाचे न्यायाधीश आचाराविषयक प्रश्नांवर निकाल देतात. ज्या गोष्टी नीतीनें गर्ह्य आहेत त्या गोष्टींची काळजी पिनलकोड जर घेतें तर हें शंकराचार्यांचें लिगाड कशाकरितां पाहिजे? शंकराचार्य जर देशांतील राष्ट्रीय सभेचें एखादें खातें बनलें तर त्यांच्यावर संस्थानांची सत्ता पूर्णपणें चालली पाहिजे; व त्यांच्या नेमणुकी व हाकालपट्टी करण्याचा अधिकार संस्थानांस पाहिजे. तसें झालें म्हणजे शंकराचार्य राष्ट्राचे किंवा संस्थानांचे नोकर बनणार एवढेंच. जर शंकराचार्यास संस्थानाचे नोकर करावयाचें नाहीं तर त्यांच्या हातांत सत्ताहि रहाणार नाहीं. सामाजिक सत्ता राजकीय सत्तेहून पृथक्पणें राहूं शकत नाहीं. शंकराचार्यांनीं आज कांहीं लोकांवर बहिष्कार घातले तरी त्यांचा काय उपयोग? त्यांच्या आज्ञेप्रमाणें लोक वागावयास तरी कोठें तयार आहेत? व शास्त्र तें तरी काय करूं शकणार? केवळ अद्वैत मताचा उपदेश शंकराचार्य करूं लागले तर त्यांचें कार्यक्षेत्र बरेंच आकुंचित होतें. आणि आज एखादें अद्वैतासारखें विशिष्ट मत प्रवर्तन करणें ही राष्ट्राच्या दृष्टीनें मोठी महत्त्वाची बाब नाहीं. आयुष्यक्रमविषयक गोष्टींमध्यें ज्या भानगडी उपस्थित होणार त्यांचा द्वैताद्वैतांशीं संबंध फारच थोडा येणार. त्यामुळें शंकराचार्य किंवा रामानुज या पंथांनीं मनुष्यांत तेढ उत्पन्न व्हावी व लग्नव्यवहार नियंत्रित व्हावा यांत कांहीं अर्थ नाहीं.

वेदांच्या ज्या शाखा पडल्या त्यांचा देखील वास्तविक रीत्या लग्नव्यवहाराशीं काय संबंध आहे? आज होत्याचें कर्महि कोणी करीत नाहीं; अगर अध्वर्यूचेंहि कोणी करीत नाहीं. असें असतां वैदिक शाखांप्रमाणें भेद ठेवून लग्नव्यवहार बंद ठेवणें हें अगदींच मूर्खपणाचें आहे. दुसऱ्या भागांत जें विवेचन दिलें आहे त्यावरून असें दिसून येईल कीं, यज्ञ कसे

करावे याविषयीं जे पंथ उत्पन्न झाले, आणि दक्षिणेकरितां जीं भांडणें उत्पन्न झालीं तीं आज विनाकारण लोकांस एकमेकांपासून पृथक् ठेवीत आहेत. जर आपण प्रतिस्पर्धी वर्गाशीं लग्नें करूं नयेत अशी भावना या व्यवहारनियंत्रणाच्या मुळाशीं असली तर आज स्थिति अशी आहे कीं, ज्या स्पर्धेमुळें प्रतिस्पर्धी उत्पन्न झाले ती स्पर्धाच मुळीं नष्ट झाली आहे. आचारविषयक गोष्टींमध्यें एखाद्या अद्वैत घोकलेल्या शंकराचार्यास हात घालूं देणें म्हणजे भलत्याच्या हातीं भलता अधिकार देणें आहे. दुर्बळ झालेले शंकराचार्य जिकडून जशी दक्षिणा मिळेल त्या बाजूनें निकाल देतात; व दहा मैलांवर गेल्यानंतर दुसरीकडून दक्षिणा मिळाली म्हणजे उलट निकाल देतात ही गोष्ट सहज सिद्ध करतां येईल. शंकराचार्यांच्या अधिकाराची व्याप्तीहि निश्चित नाहीं. शिवगंगेचा मठाधिकारी, द्वारकेचा मठाधिकारी, तसेंच करवीरचा मठाधिकारी हे तिघेहि संधि पाहून महाराष्ट्रांत द्रव्य मिळविण्यासाठीं संचार करतातच. या शंकराचार्यांच्या पीठांच्या अस्तित्वाचा आम्हांस कांहीं एक फायदा दिसत नाहीं.

आपल्या देशांत कायदे आले त्यामुळें व्यवहारधर्माचें स्थान निश्चित झालें आहे. समाजांत व्यवहारधर्माची अनिश्चितता हें मोठें व्यंग नाहीं; तथापि सामाजिक धर्माची अनिश्चितता हें मोठें व्यंग आहे. आणि तें व्यंग जेव्हां सरकारचें परकीयपण जाऊन त्याविषयीं स्वकीयपणा वाटेल आणि शंकराचार्यादि पीठांच्या सुधारणेविषयीं अपेक्षाच लोक सोडून देतील तेव्हांच दूर होण्याचा संभव आहे.

संस्कारधर्माचें भवितव्यः—ज्या गोष्टी कायद्याच्या विरुद्ध येत नाहींत अगर नीतीच्या विरुद्ध येत नाहींत अशा गोष्टी म्हणजे संस्कारविषयक व आचारविषयक गोष्टी होत. कोण मनुष्य काय खातो व पितो याविषयीं निर्णय देऊन बहिष्काराचें शस्त्र वापरणें म्हणजे आज त्याला खेळखंडोबा म्हटल्याशिवाय राहवत नाहीं. बहिष्काराचें आज भयच नाहीं, तर आचारविषयक धर्म आज जरी अजीबात मेले नसले तरी उद्यां ते मरणारच. त्यांस जिवंत ठेवण्याची शक्ति कोणासच नाहीं. सर्व लोकांचीं जेथें मतेंच बदललीं आहेत तेथें जुन्या कल्पनेवर रचलेले आचार कितपत टिकणार ? आचारधर्म व प्रायश्चित्तधर्म हा सर्व लोकांस काल्पनिक कर्में उत्पन्न करून देऊन त्यावर किफायत करण्यासाठीं रचला गेला आहे, आणि त्यामुळें हा, त्यावर विशेष आघात न केले तरी मरणारच आहे. ज्याप्रमाणें प्रेताला बडविण्यांत अर्थ नाहीं त्याप्रमाणें आचारधर्माविरुद्ध कोरडे ओढण्यांत देखील अर्थ नाहीं. ज्यांची उपयुक्तता आहे अशी गोष्ट फक्त संस्कारधर्माची होय. जर स्वराज्य असतें तर विवाहसंस्कार संस्थांमार्फत करविण्यास हरकत नव्हती. आज उरावर इंग्रज बसला असल्यामुळें विवाहसंस्कार इंग्रजाकडून साजरा करविण्यांत लोकांस विषाद वाटणारच. एखादी रखेली रजिस्टर करावयाची असती तर सरकारी अधिकाऱ्यापुढें जाऊन रजिस्टर करण्यास हरकत न वाटती. परंतु विवाहविधि हा अधिक पवित्र समजला जातो, आणि त्यामुळें ज्या जातीविषयीं आपल्या मनांत आदरभाव नाहीं, त्या जातीच्या प्रतिनिधीपुढें जाऊन तो विधि करणें बरोबर वाटत नाहीं. यामुळें संस्काराचें महत्त्व बरेच दिवस रहाणार. ब्राह्मणांच्या दृष्टीनें लग्नाची बायको व रखेली यांत व्यावहारिक फरक हा कीं, रखेलीच्या मुलाला उत्पन्नाचा वांटा द्यावा लागत नाहीं. शूद्रांमध्यें रखेलीच्या मुलाला उत्पन्नाचा अर्धा वांटा मिळतो. ब्राह्मणांच्या रखेलीच्या मुलाला देखील वांटा मिळावा म्हणून बिलें कौन्सिलांपुढें येत आहेत. तीं तशीं पास झालीं म्हणजे लग्न व रखेली ठेवणें यांत ब्राह्मणांच्या दृष्टीनेंहि फारसा फरक उरणार नाहीं. जर निरनिराळ्या जातींचीं लग्नें ब्राह्मणवर्गानें न लावलीं, व रखेलीची पदवी उच्च झाली, तर संस्कारयुक्त लग्नें कमी कमी होत जाऊन केवळ स्त्रीपुरुषांचा लौकिक सहवासच वाढत जाणार; व संस्कारधर्म पूर्णपणें अनवश्यक होणार. यावरून संस्कारविषयक बाबतींत उदारमताची किती अवश्यकता आहे हें दिसून येईल. संस्कारधर्म अधिक व्यापक अथवा अधिक उदार झाल्याशिवाय किंवा मेल्याशिवाय गत्यंतर नाहीं.

वरील विवेचनावरून हें दिसून येईल कीं, अद्वैतादि मतांचा धर्माशीं संबंध मूळचाच नाहीं, व पुढें तो रहाणारहि नाहीं. जो आचारधर्म आजच्या नीतितत्त्वास जुळून नाहीं, तो मृत होणार, आणि संस्कारधर्म अधिक व्यापक झाला नाहीं तर तोहि मृत होणार.

देवालयादि पारमार्थिक संस्थांची स्थिति.—पारमार्थिक बाबतीकडे पाहिलें असतां जो प्रश्न अत्यंत महत्त्वाचा आहे तो हा कीं, देवळें, मठ इत्यादिकांच्या मालकीची जी संपत्ति आहे तिचें पुढें काय होणार ? ही लौकिक नियंत्रणाखालीं कशी येणार ? देवळांविषयीं अशी गोष्ट झाली आहे कीं, सुशिक्षितवर्गाची सामान्यतः त्यांविषयीं उदासीनता आहे. अद्वैतमत पटलेल्यास विशिष्ट देवतांचा अभिमान पटणें शक्य नाहीं. प्रत्येक देऊळ सार्वजनिक करावयाचें मनांत आणलें तर तें कसें करणार ? देवळांची तुलना चर्चेशीं करून उपयोगी नाहीं. चर्च म्हणजे विशिष्ट संप्रदायाचें उपासनास्थान. विशिष्ट संप्रदाय ही परंपरेनें चालू रहाणारी संस्था आहे. जो मेथॉडिस्ट असतो तो कॉंग्रिगेशनल नसतो, किंवा प्रेसबिटेरियन नसतो. त्यामुळें प्रेसबिटेरियन, मेथॉडिस्ट, कॉंग्रिगेशनल हे सर्व संघ निश्चित असतात; आणि निश्चित असल्यामुळें त्यांचा ताबा त्या त्या संप्रदायांच्या इस्टेटीवर असतो. परंतु देवळांची स्थिति तशी नाहीं. जो शिवाचा उपासक असतो तोच गणपतीचाहि उपासक असतो. आणि त्यासच पंढरपूरची यात्राहि करण्यास हरकत वाटत नाहीं. यामुळें विशिष्ट देवळें विशिष्टोपासक संघाच्या ताब्यांत देणें शक्य नाहीं. सर्व हिंदू जनतेचा सर्व देवळांवर ताबा पाहिजे. पण सर्व हिंदूजनता संघीकृत कोठें झाली आहे ? सर्व हिंदूजनतेची यासंबंधाची मालकी कृतींत कशी व्यक्त होणार ? तसेंच अमुक

एका देवळांत अमक्या भागांत अमक्यांनीं जावें इत्यादि प्रकारचे आज चालू असलेले नियम बदलवावयाची ताकद तरी कोणास आहे? उद्यां एका देवळांतल्या पुजाऱ्यांनीं शंकराचार्यांस जरी बहिष्कार घातला तरी त्यास विरोध कोण करूं शकणार आहे? या तऱ्हेच्या अडचणी असल्यामुळें कायद्यांचें नियंत्रण यास अवश्य पाहिजे. देवाचें उत्पन्न वाढविण्याचा देवळाच्या अधिकाऱ्यास मोह असतोच, आणि त्यामुळें पुष्कळ देवळें आपली इस्टेट व उत्पन्न वाढविण्याच्या भानगडींत गुंतलेलीं असतात. कांहीं देवळांनीं आपल्या मालकीच्या चाळी केलेल्या आहेत, व त्यांत जास्ती उत्पन्न व्हावें म्हणून वेश्यांस जागा दिली आहे. देवळें, निरनिराळ्या जातींचे फंड, पैसाफंड इत्यादि संस्था लोकोपयोगी कार्यासाठीं पैसा खर्च न करतां इमारती इत्यादि इस्टेट वाढविण्याचा प्रयत्न करतील तर त्या संस्था चोर समजाव्यात.

दानशास्त्राची हेळसांड.—धर्मादायविषयक गोष्टींविषयीं अधिक विचार झाला पाहिजे. अनेक धर्मादाय मूर्खपणानें चाललेले आहेत, आणि कित्येकांत फंडगुंडीपणा आहे. कित्येक ठिकाणीं धर्मादाय म्हणून जो पैसा गोळा करण्यांत येतो त्याजवर चौकशी करावयासच कोणी नसतें. मुंबईहून जो माल बाहेरगांवीं जातो त्यावर शेंकडा चार आणे किंवा आठ आणे धर्मादाय कमिशनएजंट कापून घेतात. त्या चार आठ आण्यांचा हिशेब ते कोणास देतात? ही धर्मादाय म्हणून कापलेली रकम थोडी थोडकी होते असें नाहीं. पेढी लहानशी असली तरी तिचे वर्षाकांठचे हजारपंधराशें रुपये होतात; आणि ते पैसे एक तर खर्च होत नाहींत, किंवा झालेच तर त्यांचा फायदा पेढीवाल्याच्या कुटुंबासच मिळतो. धर्मादायसंस्थांचा हिशेब अत्यंत निष्काळजीपणानें ठेवला जात असतो. काशींतील अन्नछत्रांची गोष्ट अशाच प्रकारची आहे.

धर्मादाय संस्थांचा आत्यंतिक उपयोग म्हणजे जे काम करून पोटास मिळविण्यास असमर्थ असतील त्यांचें संरक्षण करणें, आणि जे वाईट मार्गाला लागलेले असतील त्यांस चांगल्या मार्गास लावणें हा होय. समाजानें भिक्षेकरी लोक बंद केले पाहिजेत आणि जे लोक असमर्थ असतील त्यांची तजवीज करण्याची जबाबदारी घेतली पाहिजे. पराशरानें आपल्या गचाळ संहितेंत देखील दानविषयक कांहीं गोष्टी मोठ्या मार्मिक लिहिलेल्या आहेत. तो म्हणतो कीं, जें दान मागितलें म्हणून दिलें तें कनिष्ठ प्रकारचें होय; आणि जें दान दुसऱ्याच्या घरीं जाऊन दिलें तें श्रेष्ठ प्रकारचें होय. दान मागण्यास जे लोक तुमच्याजवळ येऊं शकतात त्यांपेक्षां ज्यांनां चालतांच येत नाहीं त्यांस दान देण्याची अवश्यकता अधिक आहे. यासाठीं जे दुबळे खितपत पडले आहेत आणि उपाशी पडले आहेत त्यांचा शोध करून त्यांस आश्रय पोंहोंचविणें हें कार्य अधिक महत्त्वाचें होय.

दान कसें करावें हें देखील शास्त्र आहे. दानशास्त्र म्हणजे समाजव्यंगनिवारण. समाजव्यंग निवारण करण्यासाठीं तें अगोदर शोधलें पाहिजे. ही क्रिया करण्यास म्हणजे सत्पात्र शोधण्यास प्रत्येकास अवकाश नसतो. यासाठीं दानसंस्था तयार झाल्या पाहिजेत. आणि पद्धतशीर काम करणारा वर्ग तयार झाला पाहिजे. अमेरिकेमध्यें याचें महत्त्व इतकें समजलें आहे कीं, तेथें यासंबंधीं शिक्षण देणाऱ्या शाळाहि आहेत. कांहीं विद्यापीठांतून दान ही अर्थशास्त्राची शाखा धरून दानविषयक शिक्षण देण्यांत येऊन त्याबद्दल पदवी दिली जाते.

जग एका सत्तेखालीं आणण्याची अवश्यकता.—ब्राह्मण ग्रंथांत श्रुत झालेलें आणि मंत्रपुष्पांत वारंवार उच्चारलेलें भारतीयैश्वर्य 'समुद्रपर्यंतायाएकराट्' हें होय. सर्व जग एका सत्तेखालीं आलें म्हणजे एका राष्ट्रास दुसऱ्या राष्ट्रावर आपली संस्कृति लादावयाचें कारणच उरत नाहीं; आणि यामुळें साम्राज्यें तसेच पारमार्थिक संप्रदाय हे नष्ट होणार हें मागें सांगितलेलेंच आहे. सध्यांचा राष्ट्रसंघ दुर्बल असेल, पण राष्ट्रसंघाची कल्पना कांहीं दुर्बल नाहीं. आजच्या राष्ट्रसंघाला सगळे लोक शिव्या देत आहेत हेंच राष्ट्रसंघविषयक लोकांची अपेक्षा किती वाढली आहे तें दाखवीत आहे; व तीच राष्ट्रसंघाची मोठी शक्ति होय. जें सरकार दुर्बल असल्याची लोकांत भावना असते व ज्याच्या दौर्बल्याबद्दल लोकांनां वाईट वाटत असतें तें सरकार खरोखरच बलवान् होय. त्यामुळें राष्ट्रसंघास आज जें दौर्बल्य आहे तें पाहूनहि त्याच्या बलोत्कर्षाविषयीं अत्यंत आशा बाळगण्यास हरकत नाहीं. तो आज ब्राह्मण ग्रंथांत व्यक्त झालेलें वर सांगितलेलें ध्येय पार पाडण्याच्या मार्गास लागला आहे यांत शंका नाहीं.

जग एका सत्तेखालीं आल्यावर त्यापुढें आपली इतिकर्तव्यता काय? राष्ट्र इत्यादि समुच्चय स्वसंरक्षणासाठीं आहेत, पण लोकांचें संरक्षण तर राष्ट्रसंघ करणारच आहे. तेव्हां आजच्या राष्ट्रसंघाखालीं असणाऱ्या राष्ट्रांची कर्तव्यदिशा काय हा प्रश्न पुढें येतो. तो घेण्यापूर्वी साम्राज्यांचें राष्ट्रस्वरूपी मनुष्यसमुच्चयाशीं कर्तव्य काय याचा विचार केला पाहिजे.

साम्राज्याचा राष्ट्रस्वरूपी मनुष्यसमुच्चयाशीं संबंध.—गेल्या तीन हजार वर्षांतील मनुष्यप्राण्याचा इतिहास पाहिला म्हणजे असें आढळून येईल कीं, राष्ट्ररूपी सत्ता फारच थोड्या समुच्चयांच्या हातीं असते. जेव्हां एखादें मोठें साम्राज्य तयार होतें तेव्हां अनेक समुच्चय साम्राज्याच्या दडपणाखालीं दबलेले असतात. लहान समुच्चयांचें स्वत्व नाहींसें होऊन मोठ्या समुच्चयांशीं तादात्म्य जितकें अधिक लवकर होत जातें तितकें राष्ट्र अधिक उत्कर तयार होतें. पुष्कळशा समुच्चयांस आपला पराभव कबूल करून मोठ्या समुच्चयाशीं संलग्न होऊन जाणें अपमानास्पद वाटतें. सुंभ जळला तरी पीळ जात नाहीं, या म्हणीप्रमाणें त्यांची स्थिति असते. जेव्हां आपला समुच्चय अबाधित राखून त्यास पुनः स्वतंत्रता, अगर राष्ट्रपद किंवा साम्राज्यपद मिळविण्याची शक्यता अजीबात नष्ट होते तेव्हां तो समुच्चय नवीन परि-

स्थितींत आपली आर्थिक सुधारणा करून घेण्याच्या आणि अस्तित्वांत असलेल्या या शासनसंस्थेस वळकटी आणण्याच्या खटपटीस लागतो. यहुदी लोकांचा पाडाव झाला व यहुदी लोक चारहि खंडांत पसरले तरी त्यांनां अजून स्वकीय राष्ट्रीयत्वाची इच्छा आहेच.

पादाक्रांत झालेल्या राष्ट्रास दोन गती असतात. एक तर पादाक्रांत करणाऱ्या राष्ट्राशीं मिळून जाणें, किंवा आपलें स्वामित्व पुनः स्थापित करणें. आपलें स्वामित्व पुनः स्थापित करण्याची इच्छा जोंपर्यंत पादाक्रांत झालेल्या राष्ट्रांतील लोक इतर भिन्नत्वामुळें निराळे व हलक्या स्थितींत असतात तोंपर्यंत अधिक असते; नाहींतर ती कमी होते. स्कॉच लोक इंग्रजी सत्तेशीं बरेचसे संतुष्ट आहेत; आणि त्यांच्यामध्यें त्यामुळें स्वराज्याची चळवळ दुर्बल आहे. ज्या लोकांची भाषा वरिष्ठ सत्तेपासून भिन्न राहिली आहे, त्या लोकांनां त्या राज्यापासून जितके फायदे व्हावयाचे तितके होत नाहींत. यामुळें जिंकणाऱ्या राष्ट्रामध्यें दोन तऱ्हेची प्रवृत्ति होते. एकतर जिंकलेल्या लोकांचें स्वकीयत्व नष्ट करून त्यांच्यामध्यें जिंकणाऱ्यांच्या आचाराचा व भाषेचा प्रसार करणें, आणि ते स्वसदृश झाले म्हणजे त्यांस सारखेपणानें वागविणें; नाहींतर त्यांचा सर्व प्रकारें छळ करणें. पोलंड जिंकल्यानंतर जर्मन लोकांनीं व रशियन लोकांनीं तेथील लोकांची भाषा दडपून टाकून त्यांच्या ठायीं स्वकीय भाषा लादण्याची खटपट केली. परंतु जर्मनीस व रशियास दौर्बल्य उत्पन्न झालें तेव्हां पोलिश लोकांनीं आपलें डोकें वर काढलें.

राष्ट्रसंघाखालीं असणाऱ्या राष्ट्रांची कर्तव्यदिशा.—राष्ट्रसंघाच्या स्थापनेमुळें आतां राष्ट्रीयत्व अधिकाधिक विकसूं लागेल यांत शंका नाहीं. दुसऱ्यांचें राष्ट्रीयत्व ठार मारून त्यांस आपल्यांत ओढण्याऐवजीं त्यांशीं संयुक्त राज्यपद्धतीनें संयुक्त व्हावें हें ध्येय वलावत जाणारच. परराष्ट्रजयिष्णुता नष्ट झाली म्हणजे राष्ट्रच सुधारण्याकडे प्रत्येकाचें लक्ष लागणार; आणि जीं अधिक प्रगमनशील आणि श्रीमंत राष्ट्रें आहेत तीं अप्रगत राष्ट्रांचे सावकार बनणार. या पद्धतीनें जगाचा विकास बरींच वर्षे चालत राहील.

अशा प्रसंगीं आपल्या देशांत परकीय देशांचें भांडवल अधिकाधिक ओढलें जावें म्हणून खटपट तर झालीच पाहिजे; आणि तें भांडवल आपल्या लोकांच्या किंवा हिंदुस्थानसरकारच्या जबाबदारीवर देशांत आलें पाहिजे. आपले पैसे सुरक्षितपणें दुसऱ्या ठिकाणीं वापरले जाणार आहेत ही भावना असली म्हणजे राष्ट्रास दुसरे प्रदेश जिंकण्याचा अधाशीपणा करावा लागत नाहीं. जेव्हां आपल्या करामतीवर, ज्ञानावर व तन्मूलक इभ्रतीवर जगाचा पैसा आपण आपल्या देशांत ओढूं शकूं तो सुदिन होय.

शास्त्रीय यत्न, व हिंदुस्थान सरकार.-शास्त्राच्या प्रसाराच्या दृष्टीनें हिंदुस्थान सरकारनें केलेलें शास्त्रविषयक कार्य उपेक्षा करण्याजोगें नाहीं. हिंदुस्थान सरकारचे देशावरील अधिकार इतर देशांतील सरकारच्या अधिकारापेक्षां अधिक आहेत. देशांतील जमीन सर्व सरकारची असा हिंदुस्थान सरकारचा आग्रह आहे, आणि देशांतील जंगल व खनिज संपत्तीचें मालक सर्वस्वी सरकारच आहे. या कारणामुळें त्यास आपल्या ताब्यांतील मालाची पहाणी करण्यासाठीं शिस्तवार काम करणारीं निरनिराळीं खातीं उत्पन्न करणें भाग पडलें, व त्या योगें देशाच्या शिस्तवार अभ्यासास बरीच मदत झाली आहे. देशांतील बहुतेक प्रांतांसंबंधीं प्राणी व वनस्पती यांची मोजदाद आणि वर्णनें देणारी माहिती तयार झाली आहे. प्रत्येक भूप्रदेशाची समुद्रसपाटीपेक्षां उंची दाखविणारे अत्यंत सूक्ष्म नकाशे सरकारनें केले आहेत, आणि खनिज संपत्ति शोधण्यासाठींहि पाहाण्या झाल्या आहेत. देशांतील जुन्या अवशेषांची स्थूल मोजदाद सरकारनें केली असून त्रावणकोरसारख्या प्रागतिक संस्थानांनीं तर संस्थानांतील अवशेषांसाठीं स्वतंत्र अवलोकीहि नेमला आहे. देशाची खानेसुमारी दर दहा वर्षांनीं होते, व या खानेसुमारीचे आंकडे देशाची स्थिति बरीच स्पष्ट करतात. देशांतील पाण्यामुळें किती शक्ति उत्पन्न करतां येईल त्याचा अजमास काढण्यासाठीं जलवैद्युत (हैड्रोइलेक्ट्रिक) पाहणी देखील सरकारनें केली आहे. हिंदुस्थानसरकारनें या प्रकारच्या वरील पाहण्या केल्या त्यावरून तें अगदींच रानटी नसून जगांतील चांगल्या सुशिक्षित सरकारांत तें मोडेल हें स्पष्ट होईल. सरकारच्या सुशिक्षितपणाची दिशा मात्र समजली पाहिजे. ती समजण्यासाठीं सरकारनें केलें काय आणि केलें नाहीं काय याची तुलना केली पाहिजे. सरकारनें पुष्कळ अगदीं साध्या गोष्टी करावयाच्या ठेवल्या आहेत असें दिसतें. जनन, विवाह आणि मृत्यू यांची नोंद सरकारपाशीं नाहीं. यावरून सरकारमध्यें अजून सुशिक्षित क्षत्रिय बुद्धि उत्पन्न झाली नसून केवळ सुशिक्षित वणिग्बुद्धीच वास करीत आहे असें म्हटलें पाहिजे. देशांतील खनिज संपत्तीची आणि जलविद्युत् वगैरेंची मोजदाद सरकारला अवश्य वाटली; कां कीं, त्यांवर इंग्रजास पैसे मिळवावयाचे आहेत. प्रत्येक देश्य जनाचें आयुष्य वाढतें आहे किंवा नाहीं, या दृष्टीनें आपल्या वैद्यक खात्याची तपासणी करण्याची सरकारला आज छाती नाहीं. इंग्रज वाण्याला जेव्हां पैसे मिळविण्यासाठीं मजूर मिळेनासे होतील तेव्हां सरकारला लोकसंख्येचा विचार पडेल, आणि तेव्हां त्यास जन्ममृत्यू यांची नोंद असावी असें वाटूं लागेल. सुदैवानें वैद्यकखातें आज लोकांकडे आहे. आणि त्यामुळें वैद्यकबाबतींतील प्रांतिक सरकारची सुशिक्षितता देशी दिवाणांच्या सुशिक्षिततेवर अवलंबून राहील. हिंदुस्थान सरकारची सुशिक्षितता व शास्त्रयुक्तता कोत्या वैश्य बुद्धीनें आज मर्यादित आहे, तिला अजून व्यापकता पुष्कळच पाहिजे. ती उत्पन्न करण्याचें काम आजच्या हिंदुस्थानांतील शास्त्राभिलाषी लोकांचें आहे.

परिशिष्ट.

शास्त्रीय-संशोधन-संस्था.

हिंदुस्थान व इंग्लंड, स्काटलंड व आयर्लंड यांतील शास्त्रीय संशोधनाच्या संस्थांची यादी पुढें दिली आहे.

हिंदुस्थान.

शा स्त्री य सं स्था:—स र्व सा मा न्य.—इंडियन म्यूझिअम, कलकत्ता (१८१४). प्रिन्स ऑफ वेल्स म्यूझिअम, मुंबई (१९०५). वरेंद्र अनुसंधान समिति, राजशाही (१९१०). रानडे इंडस्ट्रिअल अँड एकॉनॉमिकल इन्स्टिट्यूट, पुणें (१९१०). टेक्नॉलॉजिकल इन्स्टिट्यूट, कानपूर. एशियाटिक सोसायटी ऑफ बेंगॉल, कलकत्ता. भांडारकर ओरिएंटल रिसर्च इन्स्टिट्यूट, पुणें (१९१७). बाँबे ब्रँच ऑफ दि रॉ. ए. सोसायटी, मुंबई (१८०४). इंडियन सायन्स काँग्रेस. दि बेंगाल टेक्निकल इन्स्टिट्यूट. भारत इतिहास संशोधक मंडळ, पुणें (१९१०). फिलॉसॉफिकल इन्स्टिट्यूट, अमळनेर. नागर प्रचारिणी सभा, काशी. फोटोग्रॅफिक सोसायटी, कलकत्ता. युनायटेड सायन्स इन्स्टिट्यूशन. महाबोधी सोसायटी, कोलंबो. मद्रास लिटररी सोसायटी अँड ऑक्झिलिअरी ऑफ दि रॉ. ए. सोसायटी. सेंट्रल म्यूझिअम, नागपूर. राजपुताना म्यूझिअम, अजमीर. सरदार म्यूझिअम, जोधपुर. वाटसन म्यूझिअम ऑफ अँटिक्विटीज, राजकोट. बिहार अँड ओरिसा रिसर्च सोसायटी. इंडियन रिसर्च फंड असोसिएशन—मुंबई प्राव्हिन्शिअल म्यूझिअम. लखनौ. सेंट्रल म्यूझिअम पंजाब. पाटणा म्यूझिअम. सर जॉर्ज क्लार्क टेक्निकल लॅबॅरेटरीज अँड स्टूडिओज, मुंबई. शांतिनिकेतन बोलपुर. सांची म्यूझिअम, भोपाळ. कामा ओरिएंटल इन्स्टिट्यूट, मुंबई. बोर्ड ऑफ सायंटिफिक अॅडव्हाइस फॉर इंडिया. मद्रास गव्हर्नमेंट म्यूझिअम.

ज्यो ति ष.—कोडैकनल ऑब्झर्व्हेटरी. गव्हर्नमेंट ऑब्झर्व्हेटरी, मुंबई आणि अलीबाग.

वै द्य क.—सेंट्रल रिसर्च इन्स्टिट्यूट, कसौली.

र सा य न.—निरनिराळ्या सरकारांचे केमिकल अनालायझर्स. इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स, बंगलोर (१९११). युनिव्हार्सिटी कॉलेज, कलकत्ता.

प दा र्थ वि ज्ञा न.—एक्स रे इन्स्टिट्यूट, डेराडून.

ग णि त.—मॅथेमॅटिकल इन्स्ट्रुमेंट ऑफिस, कलकत्ता. ट्रिग्नॉमेट्रिकल सर्व्हे ऑफिस, डेराडून. इंडियन मॅथेमॅटिकल सोसायटी, हेडक्वार्टर्स, पूना. मॅथेमॅटिकल सोसायटी, कलकत्ता.

भू शा स्त्र.—मीटिऑरॉलॉजिकल डिपार्टमेंट ऑफ दि गव्हर्नमेंट ऑफ इंडिया. मॅग्नेटिक अँड मीटिऑरॉलॉजिकल ऑब्झर्व्हेटरी, सिमला.

जी वि शा स्त्र.—अॅग्रिकल्चरल रिसर्च इन्स्टिट्यूट, पुसा. बोर्ड ऑफ अॅग्रिकल्चर. फॉरेस्ट रिसर्च इन्स्टिट्यूट, डेराडून. बॅक्टेरियालॉजिकल लॅबॉरेटरी, बाँबे गव्हर्नमेंट. इंपीरिअल बॅक्टेरिऑलॉजिकल लॅबॉरेटरी. दि रॉयल बोटॅनिकल गार्डन, कलकत्ता. अँथ्रॉपॉलॉजिकल सोसायटी, मुंबई. अॅग्रिकल्चरल अँड हॉर्टिकल्चरल सोसायटी ऑफ इंडिया, कलकत्ता (१८२०); बर्मा; मद्रास (१८३३). बोस रिसर्च इन्स्टिट्यूट, दार्जिलिंग (१९१७).

इंग्लंड, स्कॉटलंड व आयर्लंड.

स र्व शा स्त्री य.—रॉयल सोसायटी, लंडन. रॉयल इन्स्टिट्यूट, लंडन. रॉयल एशियाटिक सोसायटी. ईस्ट इंडिया असोसिएशन. ब्रिटिश असोसिएशन फॉर दी आडव्हान्समेंट ऑफ सायन्स, यॉर्क. ब्रिटिश म्यूझिअम. रॉयल कलोनिअल इन्स्टिट्यूट, लंडन. व्हिक्टोरिया इन्स्टिट्यूट उर्फ फिलॉसॉफिकल सोसायटी ऑफ ग्रेट ब्रिटन. रॉयल डब्लिन सोसायटी (मूळची डब्लिन फिलॉसॉफिकल सोसायटी). रॉयल सोसायटी ऑफ एडिंबरो.

ज्यो ति ष.—रॉयल अस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी, लंडन. ब्रिटिश अस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी, लंडन, ब्रिस्टल, लीड्स. मँचेस्टर व लिव्हरपूल.

वै द्य क.—मेडिकल सोसायटी ऑफ लंडन. रॉयल सोसायटी ऑफ मेडिसिन (अनेक संस्था एकत्र होऊन झालेली). रॉयल इन्स्टिट्यूट ऑफ पब्लिक हेल्थ, लंडन. रॉयल [illegible] इन्स्टिट्यूट, लंडन.

र सा य न.—केमिकल सोसायटी ऑफ लंडन. इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री. सोसायटी ऑफ केमिकल इंडस्ट्री, लंडन. सोसायटी ऑफ पब्लिक अॅनॅलिस्ट्स. रॉयल फोटोग्राफिक सोसायटी ऑफ ग्रेट ब्रिटन.

प दा र्थ वि ज्ञा न.—फिजिकल सोसायटी ऑफ लंडन. लंडन इलेक्ट्रिकल सोसायटी. सोसायटी ऑफ इलेक्ट्रिकल इंजिनिअर्स, लंडन.

ग णि त.—लंडन मॅथेमॅटिकल सोसायटी. एडिंबरो मॅथेमॅटिकल सोसायटी.

भू शा स्त्र.—जिऑलॉजिकल सोसायटी, लंडन. जिऑलॉजिस्ट्स असोसिएशन. मिनरॉलॉजिकल अँड क्रिस्टालॉजिकल सोसायटी. पॅलिऑंटॉलॉजिकल सोसायटी. रॉयल जिऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ कॉर्नवॉल. जिऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ एडिंबरो. जिऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ आयर्लंड. जिऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ लीड्स. रॉयल मीटिऑरॉलॉजिकल सोसायटी, लंडन. ब्रिटिश रेनफॉल सोसायटी.

जी वि शा स्त्र.—रॉयल बोटॅनिक सोसायटी ऑफ लंडन. रॉयल हॉर्टिकल्चरल सोसायटी. झोऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ लंडन. ब्रिटिश ऑर्निथॉलॉजिस्ट्स सोसायटी, लंडन. एन्टॉमॉलॉजिकल सोसायटी ऑफ लंडन. नॅशनल फिशकल्चर असोसिएशन. मरीन बायॉलॉजिकल असोसिएशन ऑफ ग्रेट ब्रिटन. रॉयल झोऑलॉजिकल सोसायटी ऑफ आयर्लंड. ब्रिटिश बी-कीपर्स असोसिएशन. रॉयल अॅन्थ्रॉपॉलॉजिकल इन्स्टिट्यूट ऑफ ग्रेट ब्रिटन अँड आयर्लंड.

[एकंदर पृष्ठें ७००].